COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Discours prononcé par M. **Janssen**, *Président de l'Académie, à l'inauguration du monument élevé par la Ville de Tours à la mémoire du général* Meusnier, *le* 29 *juillet* 1888.

« Messieurs,

» L'Académie des Sciences a deux passions : celle de la patrie et celle de la vérité. Si elle est jalouse du mandat qu'elle a reçu de la nation de travailler à l'avancement des Sciences et de le provoquer par tous les moyens dont elle dispose, elle n'oublie pas cependant qu'il est des circonstances où le pays a d'elle un besoin pressant et qu'elle doit alors suspendre le culte des vérités abstraites pour des devoirs plus impérieux et plus urgents.

» Reconnaissons même que l'Académie aime à voir ses Membres ajouter à la gloire scientifique et aux services rendus à l'humanité l'auréole du dévouement à la patrie; et quand ce dévouement s'est élevé jusqu'au sacrifice de la vie, elle entoure alors la mémoire de celui qui a su accomplir ce sacrifice de ses plus hauts hommages, et elle se glorifie de son nom.

» Tels sont les sentiments qui animent l'Académie. Aussi, quand le premier magistrat de cette ville l'a conviée à prendre sa part des hommages que la ville de Tours voulait rendre à la mémoire d'un ancien Confrère qui a si glorieusement accompli le programme que je viens de tracer, a-t-elle répondu avec empressement, et son Président a-t-il considéré comme un honneur et comme un devoir de venir la représenter ici.

» Le général Meusnier, en effet, Messieurs, nous offre l'exemple d'un

homme de science doué par la nature d'un rare génie et appelé aux plus hautes destinées scientifiques; mais qui, en présence des dangers que court son pays, quitte d'abord ses chères et hautes études pour se consacrer à des questions intéressant la défense nationale, et ensuite, le danger devenant plus pressant, court à la frontière, se fait soldat et meurt en héros à trente-neuf ans.

» Montrons, en quelques traits, les deux côtés de cette belle et méritante carrière.

» Jean-Baptiste-Marie-Charles Meusnier de la Place naquit à Tours le 19 juin 1754, dans une famille aisée, jouissant de la considération publique et comptant plusieurs de ses membres dans la magistrature.

» Par suite de circonstances spéciales, le jeune Meusnier n'alla pas au collège et reçut cette éducation particulière souvent si favorable au développement des esprits originaux.

» Son goût pour les Sciences se manifesta de très bonne heure. Envoyé à Paris pour se préparer à l'examen d'admission au corps des ingénieurs militaires, il devint bientôt, dit-on, le professeur de ses camarades, et levait les difficultés que ceux-ci pouvaient rencontrer dans les Ouvrages de Science qui étaient entre leurs mains.

» Cet esprit de recherche et d'invention qu'il avait reçu de la nature, et que sa libre éducation avait laissé se développer en lui, ne lui permettait guère de suivre méthodiquement le programme et les méthodes du Cours qui devait le conduire aux examens. Aussi, quand cet examen arriva, y échoua-t-il, au grand étonnement de ses camarades, qui avaient déjà la plus haute idée de sa capacité.

» Mais l'erreur fut bientôt réparée, et l'année suivante, bien qu'il n'y eût point de promotion, on le fit entrer à l'École d'application de Mézières, où professait l'illustre Monge.

» Ici, Messieurs, nous avons une bonne fortune. Monge nous a laissé, sur ses rapports avec le jeune Meusnier à cette époque, des notes précieuses qui éclairent les points les plus importants de la vie scientifique de celui-ci.

» Quand Meusnier vint à Mézières, il avait dix-huit ans, et la réputation de ses brillantes dispositions pour les Sciences l'y avait précédé.

» Dans un entretien avec son illustre professeur, le jeune Meusnier lui demande de lui donner à traiter une question propre à mettre en évidence ses dispositions scientifiques. Monge l'entretient alors de la théorie d'Euler sur les rayons de courbure des surfaces; il lui en expose les principaux

résultats et lui propose d'en chercher la démonstration. Mais, quel ne fut pas l'étonnement du professeur quand, le lendemain matin, Meusnier lui apporta les démonstrations demandées! et, ce qui était plus extraordinaire, c'est que les considérations employées par l'élève étaient plus directes et mieux prises dans la nature même du sujet que celles d'Euler lui-même. A la demande de Monge, il compose un Mémoire qui fut lu les 14 et 21 février 1776 et qui est inséré au *Recueil des Savants étrangers à l'Académie*, tome X.

» Dans ce Mémoire, Meusnier reconnaît que la question principale de la courbure a été résolue par Euler, mais il la montre sous un autre point de vue qui relie mieux la théorie des surfaces à celle des lignes et qui est plus analytique. Il complète du reste la théorie d'Euler en plusieurs points importants, et trouve un théorème qui a conservé son nom.

» Dans un second Mémoire, le jeune Meusnier, en étudiant quelques cas particuliers d'un problème général que Monge s'était proposé sur les surfaces, parvient à d'intéressantes propriétés de la chaînette et de l'hélice.

» Ces deux Mémoires montraient de rares aptitudes mathématiques chez leur jeune auteur; aussi fut-il reçu Correspondant de l'Académie peu de temps après son admission dans le corps du Génie.

» Il eût été bien désirable que les circonstances permissent au jeune géomètre de se livrer entièrement à ses hautes études, mais les devoirs professionnels d'abord et bientôt les événements vont l'arracher de cette voie et forcer son génie à s'appliquer à des sujets d'utilité publique. A peine entré au corps du Génie, il est envoyé à Cherbourg et employé à fortifier les îles qui défendent l'entrée de la rade de cette ville.

» C'est à cette occasion que son génie inventif en Physique et en Mécanique se manifeste à son tour.

» Une des îles dont nous parlons, l'île Pelée, est absolument aride et doit tirer de terre tout ce qui lui est nécessaire, et spécialement l'eau potable. Meusnier se propose le problème de lui donner cette eau, qui sera empruntée à la mer et qui ne coûtera ni combustible ni force mécanique. Il imagine alors une machine qui distille l'eau de mer par l'effet du vide et il emprunte à la marée elle-même la force motrice nécessaire pour mettre sa machine en mouvement. Il lui fallut deux années d'un travail opiniâtre pour la terminer, et elle lui occasionna de grandes dépenses. L'auteur la présenta à l'Académie. On admira la puissance d'application

de cet esprit et toutes les ressources qu'il avait déployées pour surmonter les difficultés considérables du problème qu'il s'était posé.

» Malheureusement, les faibles ressources de l'officier étaient épuisées; il avait même contracté à cette occasion une lourde dette : aussi ne put-il donner d'autres suites à cet ingénieux projet.

» Mais il eut au moins une compensation : il fut bientôt nommé Membre adjoint de l'Académie.

» C'était alors que Lavoisier faisait ses magistrales expériences et jetait les fondements de la Chimie moderne. La synthèse de l'eau, que Monge avait réalisée de son côté à Mézières, montrait bien la composition réelle de ce liquide; mais le fait de la formation de l'eau par la réunion de deux gaz, dont l'un était inflammable, paraissait si extraordinaire que les meilleurs esprits ne se rendaient pas encore. Pour lever tous les doutes, Meusnier proposa à Lavoisier de reprendre cette grande expérience en prenant toutes les précautions propres à la rendre absolument démonstrative. C'est le sujet du beau Mémoire lu à l'Académie le 21 avril 1784, qui conquit tous les esprits et où Meusnier se montre le digne collaborateur de Lavoisier, comme il s'était montré, quelques années auparavant, l'émule d'Euler.

» A cette occasion, il imagina le gazomètre dont Lavoisier avait eu la première idée et que Meusnier munit de tous les organes qui en rendent l'emploi si précieux.

» Ces belles expériences excitèrent l'admiration universelle; elles dissipèrent les derniers doutes qui pouvaient rester sur la véritable nature de l'eau, et la beauté philosophique de cette conquête de la Science éclata alors à tous les yeux.

» Mais, à cette époque si remarquable, les découvertes succédaient aux découvertes, et le génie de Meusnier était sollicité dans toutes les directions.

» Aussi serions-nous entraînés trop loin si nous voulions analyser toutes les inventions fécondes ou ingénieuses de notre Confrère.

» Rappelons seulement ses travaux sur la combustion des flammes, où il indique les vrais principes à appliquer pour obtenir une combustion parfaite et un grand pouvoir éclairant, et l'invention de cette ingénieuse machine qui permettait d'appliquer la gravure en taille-douce à la fabrication des assignats.

» Mais nous devons un souvenir spécial de reconnaissance et d'admiration à la mémoire de Meusnier pour ses travaux sur l'aérostation.

» Dès les premières expériences qui démontrèrent la possibilité pour l'homme de s'élever dans les airs, le génie de Meusnier s'enflamma d'enthousiasme pour la grande découverte. On peut dire qu'il y pensa sans cesse, et que les problèmes que soulèvent l'aérostation et la navigation aérienne l'occupèrent jusqu'à la fin de sa vie.

» C'est qu'aucune question ne pouvait présenter à un plus haut degré à son esprit, avec le sentiment de préparer pour l'avenir la conquête la plus étonnante peut-être qu'il soit réservé à l'homme d'accomplir, une application plus belle de ces génies mathématique, physique et mécanique que Meusnier réunissait à un degré si surprenant.

» Quand il aborda cette grande question, il le fit, suivant son habitude, en considérant le problème dans toute sa généralité et sa difficulté.

» Il étudia non seulement les formes générales les plus avantageuses à donner au navire aérien et à sa nacelle, ainsi que les dispositions qui devaient assurer la rigidité de la suspension de celle-ci et le minimum de fatigue pour l'enveloppe du ballon qui la supporte, mais encore les moyens d'obtenir le gonflement constant de l'aérostat et ses mouvements suivant la verticale, sans perte de gaz ni de lest. Il examina encore avec le plus grand soin les questions qui se rattachent à la pression des gaz sur leurs enveloppes et imagina une machine pour mesurer la résistance de celles-ci suivant les matières qui les forment. Il aborda enfin l'étude des moyens de locomotion du navire aérien et en donna une solution qui est restée la base de tous les travaux ultérieurs.

» Toutes ces études furent résumées en quelque sorte dans un projet grandiose de machine aérostatique avec laquelle Meusnier voulait exécuter un voyage qui serait resté célèbre.

» Meusnier, nous dit Monge, conçut le dessein d'entreprendre un grand voyage pour lequel il emploierait les différentes directions du vent et les petites déviations que pourraient lui procurer des rames.

» Il voulait faire le tour de la Terre au moyen d'un aérostat capable de porter vingt-quatre hommes d'équipage et six hommes d'état-major. Cet aérostat devait être composé de deux ballons oblongs contenus l'un dans l'autre.

» Le ballon intérieur aurait renfermé de l'hydrogène et l'intervalle aurait contenu de l'air atmosphérique. De grands soufflets manœuvrés par l'équipage auraient introduit l'air atmosphérique pour augmenter le poids et faire descendre vers la terre, lorsqu'on aurait voulu jeter l'ancre. Des rames en forme d'hélice et mises en rotation par l'équipage auraient donné à la machine un petit mouvement perpendiculaire à la direction du vent et capable de faire gagner des vents favorables.

» Le cas de chute en mer était prévu et les précautions nécessaires avaient été prises.

» Il paraît que le projet fut soumis à Louis XVI, qui l'admira. Mais la réalisation demandait une dépense si considérable qu'elle fut abandonnée.

» Dans ce beau travail, on remarque surtout comme dispositions qui sont restées acquises à la Science : la forme oblongue donnée à l'aérostat, la création de cette capacité intérieure destinée à contenir de l'air atmosphérique et dont on tire aujourd'hui si bon parti pour assurer la constance des formes du ballon, enfin l'emploi de l'hélice réalisée par des rames tournantes.

» Aussi peut-on dire que les principes fondamentaux qui doivent présider à la construction des machines aérostatiques destinées à se mouvoir dans l'atmosphère ont été posés par Meusnier, et que ses successeurs, ou bien les ont adoptés en les perfectionnant quand ils les ont connus, ou bien ont été conduits à les retrouver quand ils les ont ignorés.

» C'est ainsi que Giffard, Dupuy de Lôme, MM. Tissandier, et surtout MM. Renard frères et Krebs, se sont inspirés des idées de Meusnier dans les travaux remarquables qu'ils ont accomplis sur l'aérostation.

» En résumé, on peut dire que, si les frères Montgolfier sont les glorieux initiateurs de l'Aéronautique, Meusnier en est le législateur.

» Mais il ne lui fut pas donné de voir même les premières applications de ses belles conceptions.

» A partir du moment où éclata la Révolution, Meusnier fut tout entier occupé, avec ses Confrères de l'Académie, des questions qui concernaient la défense nationale, et le savant se transforma peu à peu en soldat. Nous le voyons, après le 10 août 1792, concourir, au Ministère de la Guerre, à l'organisation et au mouvement des armées ; mais bientôt ce rôle même ne suffit plus à son patriotisme, il se fait envoyer à la frontière.

» Je n'ai pas ici à apprécier le rôle militaire de notre Confrère. Les hommes de guerre les plus hautement compétents l'ont considéré comme un général d'un mérite hors ligne, joignant à la profondeur et à la justesse des conceptions le courage, l'activité, l'initiative. Ses soldats étaient pour lui pleins d'enthousiasme et de dévouement. Sa mort fut non seulement un malheur irréparable pour la défense de Mayence : elle le fut pour la Nation tout entière.

» Vous venez d'entendre le récit de sa fin et l'éloge que ses talents, sa conduite et sa mort héroïque arrachèrent de la bouche même du roi de Prusse.

» Oui, comme l'a dit son auguste ennemi, parmi les enfants de la France,

il n'en est point qui aient été plus grands et dont la vie représente un sacrifice plus soutenu, plus entier et plus pur.

» Ce grand homme nous montre quel doit être le véritable rôle de l'homme de science dans les temps de péril national.

» Pendant la paix, le savant doit travailler à augmenter ce trésor de hautes connaissances qui sont l'honneur et le patrimoine intellectuel de l'humanité. S'il livre alors des combats, ce ne sont que des combats pacifiques pour arracher à la nature la connaissance de ses lois et leur utilisation pour le bien-être de l'homme.

» Mais si l'horizon s'assombrit, si la Patrie est menacée, il faut alors que le savant s'arrache à ses chères études et qu'il tourne contre l'envahisseur ces armes puissantes que la Science met aux mains de ses ministres.

» N'est-ce pas ainsi qu'ont agi tous les grands hommes depuis l'antiquité jusqu'à nous, et, pour n'en citer qu'un seul, qui pourrait dire, en voyant Archimède défendant Syracuse avec toutes les ressources de son immense génie, que sa haute renommée n'a pas reçu une auréole plus auguste et plus resplendissante du sacrifice qui a couronné sa vie?

» Et quand je vois le rôle de la Science augmenter tous les jours dans l'art de la guerre, je dis même que les obligations patriotiques du savant doivent augmenter dans les mêmes proportions.

» Prenons donc occasion du noble exemple qui nous est donné ici et de la grande mémoire que nous honorons pour affirmer des sentiments aujourd'hui plus nécessaires que jamais, et terminons en répétant à notre jeunesse savante ces paroles de notre début : N'ayons que deux passions : celle de la Patrie, celle de la Vérité. »

SÉANCE DU LUNDI 6 AOUT 1888.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. F. **Fouqué** fait hommage à l'Académie d'un volume qu'il vient de publier sous le titre « Les tremblements de terre », et indique, en quelques mots, le but qu'il s'est proposé en écrivant cet ouvrage.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Expériences nouvelles sur la fixation de l'azote par certaines terres végétales et par certaines plantes;* par M. **Berthelot**.

« J'ai poursuivi mes expériences relatives à l'absorption de l'azote atmosphérique, en variant les circonstances, afin de contrôler mes résultats primitifs; les résultats nouveaux que j'ai obtenus confirment et étendent les anciens, avec un degré de certitude qui me paraît rendre superflue toute polémique relative à des expériences négatives récentes, faites dans des conditions très différentes, et où la terre a été traitée à la façon d'un composé chimique ordinaire, sans que les conditions de vitalité des bactéries du sol semblent avoir été suffisamment respectées.

» Je me suis proposé spécialement d'étudier d'une façon comparative la fixation de l'azote par la terre et par les légumineuses; on sait que cette dernière est admise aujourd'hui par la plupart des savants, sans pourtant que son caractère ait été complètement précisé.

» J'ai pris trois terres argileuses différentes, dont deux assez riches en azote, l'autre plus pauvre ([1]). Elles étaient faiblement calcaires. Dans

---

([1]) Terre de l'enclos, par kilo, azote : $0^{gr},974$; parc : $1^{gr},744$; terrasse : $1^{gr},655$.

chacune de ces terres, j'ai semé six espèces de légumineuses, telles que le lupin, la vesce, le trèfle, la luzerne, etc.; et j'ai opéré simultanément sur la terre nue. Je me suis placé dans quatre conditions différentes, savoir : à l'air libre; sous un abri permettant la libre circulation de l'air et de la lumière; dans des cloches de 45 litres, hermétiquement closes; dans une cloche pareille, où l'on faisait passer lentement, chaque jour, 50 litres d'air privé d'ammoniaque et de poussières par l'action successive de l'acide sulfurique étendu et d'un tube en U rempli de ponce sulfurique : en outre, un litre d'acide carbonique était introduit chaque jour dans cette cloche. Enfin, j'ai ensemencé avec certains microbes, supposés aptes à déterminer la fixation de l'azote, les trois terres précédentes, prises dans l'état naturel et dans l'état stérilisé, et placées dans des récipients fermés. Le nombre des expériences ainsi exécutées dépasse 60. Je pensais n'avoir à les publier que lorsque toutes auraient atteint leur terme, c'est-à-dire à la fin de l'année; mais je puis détacher de l'ensemble trois séries dès à présent complètes, celles qui concernent les terres nues, le lupin et la vesce, ces dernières relatives seulement au début de la végétation. Je vais résumer ces expériences, sans en écarter aucune : dans toutes, sans exception, j'ai observé la fixation de l'azote. En deux mois, cette fixation sous cloche s'est élevée jusqu'à 9,2 centièmes; et à l'air libre, en trois mois, jusqu'à 27,2 centièmes : nombres trop élevés pour laisser aucun doute.

» Résumé des expériences (¹) par couples de deux, terre nue et plante.

I. — Terre n° 1, dite « de l'enclos ».

» Elle renfermait au début, par kilo : Azote, $0^{gr},974$.

» PREMIER COUPLE. *Sous cloche*, à la lumière. — 1. *Pot n°* 53. — Terre nue. Du 9 mai au 3 juillet : $1^{gr},950$ de terre sèche + 195^{gr} d'eau.

Azote initial	$1^{gr},900$
Azote final	2,063
Gain	$0^{gr},163$

soit 8,4 centièmes d'azote gagnés par la terre nue.

(¹) Elles ont été faites dans des pots de porcelaine vernie. Le poids de la terre est évalué comme sec (à 110°); il a varié entre 1^{kg} et $3^{kg},5$. La dose d'eau a été réglée à 10 et 12 centièmes, au début. La surface des pots était de 282^{cq}, en moyenne. A la fin de chaque expérience, la totalité de la terre était séchée à l'air libre, mélangée, broyée finement au mortier, et mélangée de nouveau, avant la prise de l'échantillon destiné à

» 2. *Pot n°* 54. — Lupin. — Du 9 mai au 15 juin. 3^{kg},510 de terre, + 421^{gr} d'eau (12 pour 100). On y sème 20 graines de lupin, pesant 9^{gr},4 (à l'état sec). Au bout de quelques jours, on introduit environ 4^{lit} d'acide carbonique. D'après les analyses d'échantillons gazeux, prélevés de temps à autre, ce gaz n'a pas été absorbé; mais l'oxygène a diminué du tiers environ. La plante se développe bien d'abord, à cela près que ses tiges tendent à s'allonger considérablement. Mais, vers le 8 juin, les feuilles ont commencé à se flétrir; la plante est morte le 15; elle était envahie par quelques moisissures blanches (*Penicillium*) et l'eau ruisselait sur les parois, condition de saturation peu favorable à la végétation. Je m'attendais à ce résultat; mais j'ai cru intéressant d'examiner l'influence d'une végétation commençante, même incomplète, sur la fixation de l'azote.

Azote initial de la terre.........	3^{gr},420	Azote final de la terre...		3^{gr},809
Azote des graines..............	0,483	Plante hors du sol.....	0^{gr},366	0,436
		Racines et débris visibles	0^{gr},070	
Somme.....	3^{gr},903	Somme de l'azote.....		4^{gr},245

Gain d'azote : 0^{gr},342 : soit 8,1 centièmes par la terre et la plante réunies. On voit que ce gain a eu lieu surtout par la terre, la plante ayant plutôt perdu. Le poids des plantes sèches était d'ailleurs sensiblement moindre que celui des graines; ainsi qu'on pouvait le prévoir, l'absorption de l'acide carbonique n'ayant pas eu lieu (ou bien une compensation s'étant établie avec l'émission initiale de ce gaz par la graine en germination).

» Deuxième couple. *En plein air, sous abri transparent.* — On a pris soin d'arroser avec de l'eau distillée, ajoutée tous les jours.

» 1. *Pot n°* 39. — Terre nue. Du 12 mai au 27 juillet. Terre : 1^{gr},950.

Azote initial.........	1^{gr},900	0,149 — 0,0015 (azote d'arrosage) = 0^{gr},1475.
Azote final...........	2^{gr},049	

gain définitif : 0^{gr},1475; soit 7,6 centièmes par la terre nue.

» 2. *Pot n°* 41. — Lupin. — Du 11 mai au 18 juillet. Terre : 3^{kg},510.

» 20 graines pesant (sec) : 9^{gr},4. La plante s'est bien développée;

---

l'analyse. On a contrôlé avec soin et à plusieurs reprises, au moyen du procédé Dumas, les résultats obtenus par la chaux sodée, et l'on a trouvé exactement les mêmes accroissements d'azote. Par exemple, la terre du pot (40) a gagné : d'après le procédé Dumas, 13,2 centièmes d'azote; d'après le dosage ordinaire, 13,4 centièmes. Il y a donc accord parfait entre les gains fournis d'après les deux méthodes analytiques, appliquées chacune à la terre initiale et à la terre finale.

19 pieds poussent ; mais ils sont trop nombreux, le pot est trop peu profond et leur végétation est moins florissante que celle de la plante en pleine terre. Cependant, au moment où l'on a mis fin à l'expérience, il y avait 13 pieds en pleine floraison sur 19, et un abondant chevelu de racines.

Azote initial de la terre........	$3^{kg},420$	Azote final de la terre...		3,713
Azote des graines..............	0,483	Plante................	0,261	0,374
		Débris et racines visibles	0,113	
Somme.........	$3^{gr},903$	Somme de l'azote.....		$4^{gr},087$

gain d'azote : $0^{gr},184$ — $0^{gr},003$ (arrosage) = $0^{gr},181$, soit 5,3 centièmes. Ce gain a porté entièrement sur la terre.

» Troisième couple. *A l'air complètement libre.* — On a dosé l'eau de pluie, à l'aide d'un udomètre juxtaposé, et complété l'arrosage, les jours secs, avec de l'eau distillée. Les apports totaux d'azote combiné sous ces deux formes se sont élevés à $0^{gr},0123$.

» 1. *Pot n°* 46. Terre nue. — Du 11 mai au 27 juillet. — Terre $1^{kg},950$.

Azote initial...........	$1^{gr},900$	0,160 — 0,012 = $0^{gr},148$.
Azote final.............	$2^{gr},060$	

» Un orage, qui a noyé le pot, a fourni une eau de drainage, renfermant $0^{gr},020$ d'azote nitrique. Ce chiffre doit être ajouté au précédent, les apports en azote de l'eau d'orage, apports beaucoup plus faibles d'ailleurs, étant compris dans la correction ci-dessus. Le gain définitif est donc $0^{gr},168$; soit 8,6 centièmes d'azote gagnés par la terre.

» 2. *Pot n°* 48. — Lupin. — Du 11 mai au 16 juillet. — $3^{kg},510$ terre.

» Expérience conduite comme le pot 41, et végétation semblable.

		Az final de la terre.....		$3^{gr},495$
Azote initial de la terre........	$3^{gr},420$	Az des plantes.........	0,2925	0,530
Azote des graines.............	0,510	Az des racines et débris.	0,2375	
Somme...........	$3^{gr},930$	Somme...........		$4^{gr},025$

» Le gain final est 0,095 — 0,012 (pluie et arrosage) = $0^{gr},083$, soit 2,1 centièmes.

» Ainsi, dans les six expériences précédentes, il y a eu toujours gain d'azote; le gain étant également marqué, sinon supérieur, sous une cloche hermétiquement close. En outre, le gain a toujours porté sur la terre ; ce qui s'explique, si l'on remarque que la végétation est demeurée à sa première phase. Enfin, la terre nue a toujours gagné autant et plus que la terre et la

plante réunies. Avant de discuter ces observations, cherchons si elles sont générales et applicables à d'autres légumineuses et à d'autres espèces de terre. Voici les données relatives à la vesce : je les condenserai dans un Tableau, les détails étant semblables à ceux des expériences précédentes.

Premier couple. *Sous cloche.*

1. Terre nue.

Voir plus haut n° 54.
Gain d'azote : $0^{gr},163$
ou 8,4 centièmes.

2. Vesce [1].

N° 55. 12 mai au 27 juin.
Terre = $3^{kg},510$.

Az initial, terre	$3^{gr},420$	
» graines totales	0,273	
Somme	$3^{gr},693$	
Az final, terre		$3^{gr},817$
» plante	0,124	0,156
» racines et débris	0,032	
Somme		$3^{gr},923$

Gain d'azote : $0^{gr},280$; ou 7,6 centièmes.

Deuxième couple. *Sous abri.*

1. Terre nue.

Voir plus haut n° 39.
Gain d'azote : $0^{gr},1475$
ou 7,6 centièmes.

2. Vesce.

N° 40. 12 mai au 18 juillet.
Terre = $3^{kg},510$.

Az initial, terre	$3^{gr},420$	
» graines	0,192	
Eau d'arrosage	0,003	
Somme	$3^{gr},615$	
Az final, terre		3,877 [2]
» plante	0,286	0,579
» racines et débris ...	0,293	
Somme		$4^{gr},456$

Gain d'azote : $0^{gr},841$, soit 23,3 centièmes.

La plante s'est bien développée; un certain nombre de pieds ont fleuri et fructifié. Le poids de la matière végétale a octuplé environ.

---

[1] On avait semé d'abord de la luzerne, qui n'est pas venue; puis de la vesce, qui s'est allongée en tiges grêles, de 30^{cm} à 35^{cm}. On a introduit un peu de CO^2.

[2] Cela fait 13,4 centièmes d'azote gagnés par la terre. D'après le procédé Dumas, appliqué à la terre initiale et à la terre finale, on a trouvé 13,2.

TROISIÈME COUPLE. *Air libre.*

1. Terre nue.

Voir plus haut n° 46.
Gain d'azote : $0^{gr},167$
ou 8,6 centièmes.

2. Vesce.

N° 47, même période.
Terre = $3^{kg},510$.

Az initial, terre.	$3^{gr},420$	
» graines.	0,189	
Eau d'arrosage et pluie. .	0,012	
Somme.	$3^{gr},621$	
Az final, terre.		3,703
» plante.	0,486	0,904
» racines et débris.	0,418	
Somme.		$4^{gr},6075$

Gain d'azote : $0^{gr},9865$.

Ce qui répond à la valeur énorme de 27,2 centièmes. Le poids de la matière végétale a presque décuplé.

» Ainsi la terre nue a gagné dans les trois conditions une dose d'azote, qui a été à peu près la même.

» La végétation sous cloche a donné à peu près le même gain total; gain qui a porté seulement sur la terre, précisément comme avec le lupin. Mais, à l'air libre, la végétation de la vesce a été beaucoup plus vigoureuse et poussée plus loin que celle du lupin. Il en est résulté que le gain d'azote a porté à la fois sur la terre, où il a été comparable au précédent, et sur la plante, dont l'azote a triplé et quintuplé. Le gain total s'élevait jusqu'à 27,2 centièmes dans ces conditions. Ce sont là des faits fort instructifs.

» Tels sont les résultats observés avec la terre de l'enclos, la plus pauvre en azote et la plus apte à en fixer. La place me manque pour donner les détails des expériences parallèles, faites avec les deux autres terres, bien plus riches en azote. Je me bornerai à dire ici que les fixations d'azote sur ces terres nues, dans le même temps, ont été beaucoup plus faibles en général et plusieurs fois même à peu près nulles; ainsi qu'on devait s'y attendre d'après mes précédentes observations. Voici les gains d'azote observés avec les plantes, en centièmes de l'azote initial :

» En présence du lupin, dont la végétation a été médiocre :

Terres.		Sous cloche.	Sous abri.	A l'air libre.
Terre du parc.	avec CO^2.	8,1	4,5	6,2
	sans CO^2.	3,2		
Terre de la terrasse.		6,2	7,0	5,8

» En présence de la vesce, à végétation vigoureuse :

Terre du parc......	(pas d'expérience)	13,8	17,3
Terre de la terrasse.	9,2	17,1	19,4

» Avec le trèfle, les résultats ont été intermédiaires; avec cette particularité que, dans plusieurs des expériences, l'azote de la terre est resté presque stationnaire (sans avoir jamais diminué); le gain en azote portait à peu près entièrement sur la plante.

» En résumé, dans tous les cas que j'ai observés et avec les terres mises en expérience, il y a eu fixation d'azote, aussi bien en vase hermétiquement clos que sous abri et à l'air libre; avec les terres nues, aussi bien qu'en présence des légumineuses. Au début de la végétation de celles-ci, l'absorption d'azote porte surtout sur la terre; mais, quand la plante devient vigoureuse, elle emprunte de l'azote à la terre; de telle sorte que celle-ci ne conserve qu'une fraction plus ou moins considérable du gain total. Il y aurait bien des choses à dire à cet égard; mais je réserve la suite de cette étude, et spécialement la question si souvent agitée de savoir si une partie de l'azote, gagné par une plante vigoureuse, ne pourrait pas être prise directement à l'atmosphère. J'insiste seulement sur la nouvelle évidence donnée au fait fondamental de l'absorption de l'azote. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une rectification de M.* Mascart *au sujet de la Note du 2 juillet;* par M. **H. Faye.**

« Notre savant Confrère a cru devoir rectifier, dans les *Comptes rendus* du 9 juillet, que je trouve à mon passage par Paris, une citation relative aux assertions de MM. Archibald, Loomis, Meldrum, etc., sur la forme des cyclones tropicaux. Ces savants affirment que les isobares y sont partout coupées par les flèches du vent sous un angle considérable, tandis que M. Mohn dit, page 293 des *Grundzüge der Meteorologie,* Berlin, 1883 :

» Im inneren Theil eines Cyklons bläst der Wind fast in Kreisen um das Centrum. Die Isobaren sind nahezu kreisförmig, und die Bahnen des Windes oder der Lufttheilchen fallen beinahe mit den Isobaren zusammen.

» Je reproduis ma traduction :

» A l'intérieur des cyclones tropicaux, le vent souffle presque circulairement autour du centre. Les isobares sont à peu près circulaires, et les trajectoires du vent coïncident presque avec les isobares.

» Ce passage ne réduit pas seulement à néant les diagrammes de MM. Loomis et Meldrum, il porte aussi en plein sur ce que notre éminent Confrère nomme, dans son article, *l'évidence des faits constatés dans le monde entier.* Aussi M. Mascart, ne pouvant croire que M. Mohn se soit exprimé ainsi, a-t-il voulu vérifier ces déclarations si opposées à ses idées, et, au lieu d'aller à la page 293 que j'avais eu soin d'indiquer, il a cherché dix pages plus loin, page 303, un autre passage où M. Mohn ne se borne plus à énoncer nettement des faits bien connus, mais cherche à les interpréter conformément à l'hypothèse favorite d'un mouvement ascendant. On voit que la méprise, et il y en a une assez forte dans cette affaire, n'est pas de mon côté.

» Quant aux concessions que M. Mascart me croit disposé à faire aux opinions régnantes, il paraît que je ne me suis pas bien fait comprendre. La Note suivante fera connaître de quel côté les concessions commencent à se produire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une évolution récente des météorologistes, relativement aux mouvements giratoires;* par M. **H. Faye.**

« Il s'est formé dans ces dernières années une nouvelle doctrine météorologique qui se rapproche de mes idées sur certains points. Ainsi, on a enfin reconnu que les mouvements giratoires ont leur origine non pas au ras du sol, comme on l'a si longtemps soutenu, mais dans les régions supérieures de l'atmosphère. Ces girations sont donc descendantes, conclusion qui mettrait bien vite tout le monde d'accord si la nouvelle école n'était, malheureusement, aussi imbue que l'ancienne du vieux préjugé des trombes et des tornados pompant jusqu'aux nues l'eau des mers ou des rivières. Cette école se croit donc obligée d'établir qu'un cyclone, engendré en haut, doit produire en bas une énergique aspiration, un mouvement ascendant de l'air à partir du sol.

» Comment concilier dans une même doctrine des idées aussi contradictoires? C'est ce qu'on verra par les lignes suivantes, que j'extrais de la Note de M. Douglas Archibald ([1]), Note déjà discutée à un autre point de vue dans les *Comptes rendus* du 2 juillet dernier ([2]) :

([1]) Journal anglais *Nature,* numéro du 14 juin dernier, article intitulé : *M. Faye's theory of storms.*

([2]) *Réponse aux critiques de M. Douglas Archibald au sujet des tempêtes;* par M. H. Faye (*Comptes rendus,* t. CVII, p. 6).

» M. Faye part de ces deux idées : 1° le mouvement commence en haut; 2° il se propage vers le bas et est accompagné d'une giration autour d'un axe vertical.

» La théorie combattue par M. Faye en est exactement le contre-pied : 1° l'action débute au ras du sol; 2° elle se propage vers le haut; 3° elle emprunte sa giration à celle de la Terre.

» Nous ne croyons pas que les chefs d'école de la Météorologie moderne persistent à soutenir cette dernière théorie. La surface de la Terre est ce qu'il y a de moins propre à donner naissance à un tornado, à un cyclone ou à une trombe. Pour maintenir un courant ascendant, il faut que l'air soit à peu près saturé d'humidité; or cela n'arrivera généralement que dans la plus basse couche de nuages ou tout près de cette couche. Le gradient vertical de température et les perturbations qui déterminent l'action se trouveront réunis précisément à ce niveau, en sorte que toutes les conditions nécessaires pour faire naître un tornado commenceront à se produire à une certaine hauteur au-dessus de la surface de la Terre. Sur cette question, par conséquent, nous pouvons inviter M. Faye à reconnaître son accord avec nous.

» Il serait plus exact de dire : Sur ce point, nous nous rapprochons de la théorie de M. Faye, nous lui donnons pleinement raison contre nos prédécesseurs, puisque, au lieu de placer comme autrefois l'origine au ras du sol, nous la cherchons, après lui, dans les régions supérieures. Mais, s'il y a là un pas de fait vers la vérité, le bénéfice en est aussitôt perdu pour la Science par cela seul qu'on conserve, de l'ancienne théorie, l'idée d'un courant ascendant partant d'en bas, tandis qu'on place en haut l'origine et la cause de tout le phénomène. Voici comment les météorologistes *modernes* arrangent les choses :

» La théorie physique développée par Ferrel et Sprung fait commencer l'action par un léger déplacement vers le haut, dans une couche à l'état instable. Cette action résultera d'une inégalité de température ou de quelque autre cause. Joignez-y encore une condition, une seule, à savoir un faible mouvement giratoire autour de quelque centre, ce qui ne manque jamais dans une aire cyclonique. Dès que ce mouvement aura commencé à se produire, l'action continuera si l'air qui le nourrit est à peu près saturé; elle se propagera vers le bas, non par la descente de l'air, mais par la simple propagation des conditions physiques qui favorisent la production et le développement maximum du courant ascendant. La rapidité croissante avec laquelle s'opère la giration de l'air dans le voisinage de l'axe, quelle que soit sa lenteur à l'origine, suffit pour produire et maintenir continuellement un vide, et ce vide se trouve ainsi forcé d'emprunter la plus grande partie de l'air qui lui manque à la base de la colonne non encore affectée par la giration. En même temps que cet air est pompé vers le haut, il est forcé de tourbillonner plus rapidement (en partie à cause du frottement exercé par la couche supérieure qui possède la giration initiale), et ainsi la giration et les *conditions* physiques se propagent en bas jusqu'à ce que l'équilibre s'établisse entre l'offre et la demande.

» Les idées que nous venons d'esquisser peuvent être considérées comme étant la théorie moderne de l'aspiration appliquée aux tornados. On trouvera, croyons-nous,

qu'elle répond à toutes les objections que M. Faye a faites aux notions rudimentaires (*crude notions*) qui régnaient naguère, alors qu'on n'avait encore étudié que quelques conditions de surface isolées (*a few isolated surface conditions*).

» Voici un second point sur lequel l'école nouvelle fait une concession non moins grave, et qui doit singulièrement scandaliser mes anciens adversaires. J'ai montré, il y a quinze ans, que les théories régnantes étaient condamnées à rester muettes devant le grandiose mouvement de translation de toutes les girations atmosphériques, cyclones, typhons, trombes, tornados ou grains arqués, dont j'ai donné une explication si simple et si naturelle.

» Nous admettons que l'ancienne théorie des météorologistes peut difficilement prétendre à fournir cette explication. Mais, si M. Faye veut bien permettre aux météorologistes de le suivre jusqu'à quelques milliers de pieds d'altitude, il verra que la théorie des courants (*the drift-theory*), dont il paraît se considérer comme l'auteur et le seul partisan, est reconnue depuis quelques années comme une des principales causes du mouvement de translation des phénomènes cycloniques.

» Le professeur Ferrel regarde les mouvements des courants supérieurs et de hauteur moyenne comme la principale cause du mouvement d'un cyclone en longitude, tandis que son mouvement en latitude, lequel s'opère généralement vers le pôle, serait dû à la tendance propre à toute masse fluide, animée d'une giration de même sens que la rotation de l'hémisphère correspondant, de presser vers son pôle.

» Le professeur Loomis est plus réservé; mais, dans son dernier Ouvrage, où il signale de nombreux facteurs physiques capables de rendre compte des anomalies fréquentes que présentent les mouvements des tempêtes (anomalies que M. Faye ignore élégamment), il attribue leur direction générale de translation au mouvement général extrinsèque que l'atmosphère possède à une certaine hauteur, et combine cette cause avec le principe mécanique posé plus haut.

» Toutefois, nous admettrons volontiers que ce ne sont pas là les seules causes du mouvement des tempêtes, et nous nous rangeons tout à fait à cette assertion du Dr Sprung, que M. Faye cite en italiques avec un air de triomphe, savoir qu'aucune des théories proposées jusqu'ici ne peut suffire à rendre compte complètement du mouvement de translation des cyclones ([1]).

» Beaucoup de faits, tels que la direction des nuages qui surmontent ou entourent un cyclone, les vitesses observées en bas dans les divers quadrants, le retard des minima barométriques aux stations de montagnes et la hauteur souvent si faible des cyclones (pas plus de 6500 pieds suivant Loomis), détails entièrement négligés par M. Faye, s'accordent mieux avec la marche d'une onde (*wave-motion*), par laquelle les conditions du phénomène se reproduiraient continuellement dans une certaine direc-

([1]) Le Dr Sprung n'a discuté, en cette occasion, que les hypothèses proposées par les météorologistes.

tion, qu'avec la *drift-theory*, et demandent, en tout cas, d'autres causes additionnelles pour leur complète élucidation.

» Je me borne à exposer ces théories, afin que le lecteur sans parti pris les juge en pleine connaissance de cause. Ajoutons cependant quelques lignes prises dans le même Mémoire, pour montrer que la récente évolution accomplie par les météorologistes de l'école en question n'a pas fait disparaître la croyance au pouvoir des trombes et des tornados de pomper et de faire tournoyer jusqu'aux nues l'eau des rivières ou des mers, les débris d'une maison et des rails en fer du poids de 20^{kg} :

» Ce serait une tâche laborieuse, mais bien facile, que de signaler les nombreux faits démontrant, dans les tornados, une aspiration de bas en haut en même temps qu'une propagation de haut en bas des *conditions* seules.... Ainsi, encore dans le Rapport officiel sur le tornado du 22 mai 1873, dans l'Iowa et l'Illinois, différents témoins ont dit : « Vu des planches tourbillonner dans l'entonnoir. Pendant que le » tourbillon était sur la rivière, l'eau cessa de couler par-dessus la digue, bien que les » eaux fussent hautes à cette époque. Vu des rails d'environ 40 livres s'échapper du » sommet du tornado, etc. ..

» En discutant les dépositions des témoins oculaires dans ma Notice sur les treize tornados des 29 et 30 mai 1879, aux États-Unis (*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1886), j'ai montré qu'il n'existe pas un seul fait d'aspiration sérieusement constaté. Même résultat par l'examen des trombes en mer et en Europe. Tous les faits s'expliquent par l'impulsion que l'eau ou les débris reçoivent en divers sens par les formidables girations des tornados américains ou des trombes de nos pays. Quand on songe que le seul moyen qu'une trombe ou un tornado puisse avoir pour retenir dans son intérieur des masses tourbillonnantes d'eau, de débris ou de rails pesants, consiste dans l'enveloppe nuageuse dont il est entouré, on ne saurait assez s'étonner de rencontrer une crédulité pareille, non plus sur de simples témoins pris au dépourvu et sans savoir acquis, mais chez de savants professeurs. ..

» Sans insister sur l'insuffisance des explications précédentes, je me bornerai à résumer la situation prise par la nouvelle école météorologique :

» 1° Elle adopte mon idée que les mouvements giratoires sont engendrés, non pas en bas, mais dans les régions supérieures.

» 2° Elle reconnaît que toutes ses tentatives pour expliquer le mouvement de translation des cyclones, tornados, etc., sont restées infructueuses, ce qui dénonce sans doute quelque chose de radicalement faux dans cette doctrine nouvelle.

» 3° Elle maintient l'hypothèse du mouvement ascendant de l'air dans les trombes, tornados ou cyclones.

» Cependant certains météorologistes reconnaissent franchement que cette hypothèse aurait grand besoin d'une vérification directe, pour laquelle M. Tarry et le P. Dechevrens ont imaginé des girouettes spéciales.

» Pendant ce temps il s'est trouvé, fort heureusement pour la Science, qu'un cyclone tropical a passé presque centralement sur un observatoire muni d'instruments enregistreurs. Grâce à ces instruments, les phénomènes ont été observés avec une netteté et un ensemble dont on n'avait jusqu'ici aucun exemple.

» Or ces faits prouvent sans contradiction possible que l'air au sein d'un cyclone est descendant.

» Dès lors, ceux qui se laissent guider par les faits, non par des suppositions ou des préjugés, ajouteront une dernière concession aux précédentes ; ils admettront que les girations nées dans les courants supérieurs sont descendantes. Si la nouvelle école météorologique nous faisait effectivement cette dernière concession, suite assez naturelle de la première, les difficultés contre lesquelles elle se bute disparaîtraient; elle verrait aussitôt que la marche des tempêtes n'est autre que celle des courants supérieurs où leurs girations se forment, et où ces girations puisent l'énergie qu'elles transportent sur le sol, tout en parcourant leurs immenses trajectoires. »

MEMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les déformations élastiques dans les pièces à fibres moyennes.* Mémoire de M. **Bertrand de Fontviolant**, présenté par M. Maurice Lévy. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Maurice Lévy et Sarrau.)

« Dans les additions à son beau Mémoire *Sur la recherche des tensions dans les systèmes de barres élastiques et sur les systèmes qui, à volume égal de matière, offrent la plus grande résistance possible,* présenté à l'Académie en 1873, additions contenues dans la seconde édition de la *Statique graphique,* M. Maurice Lévy a donné une nouvelle démonstration du remarquable théorème suivant, dû M. le professeur Krohn :

» Principe de réciprocité des déplacements. — *Si, sous l'action d'une*

force 1 agissant dans une direction arbitraire, en un nœud quelconque A d'un système librement dilatable déterminé de position, un autre nœud quelconque C prend un déplacement qui, estimé dans une direction aussi arbitrairement choisie, est $u^{\frac{A}{C}}$; *réciproquement, une force 1 appliquée au point C dans cette dernière direction imprime au point A un déplacement qui, estimé suivant la première direction, est aussi* $u^{\frac{A}{C}}$, *de sorte que, si l'on appelle ce second déplacement* $u^{\frac{C}{A}}$, *on a*

$$u^{\frac{A}{C}} = u^{\frac{C}{A}}.$$

» Cet énoncé concerne spécialement les déplacements des nœuds; il suppose expressément que le système est composé de barres rectilignes articulées entre elles, et qu'il est librement dilatable.

» Dans un Mémoire dont cette Note donne l'analyse succincte, nous établissons que la réciprocité est une condition générale à laquelle satisfont les déplacements élastiques des pièces ou des systèmes de pièces à fibres moyennes planes ou gauches, que l'on considère en Résistance des matériaux. Elle se formule par la triple proposition suivante :

» *Étant donné un système formé d'une pièce élastique unique ayant pour ligne moyenne une courbe plane ou gauche, ou d'un nombre quelconque de pièces de cette espèce, arbitrairement disposées dans l'espace et assemblées ou articulées entre elles, ce système pouvant d'ailleurs être ou non assujetti à des liaisons surabondantes :*

» 1° *Si une force égale à l'unité et de direction* Δ_1, *appliquée à un point* (1) *d'une pièce, quelconque, imprime à un point* (2) *appartenant à la même pièce, ou à une autre pièce, un déplacement dont la projection sur une direction* Δ_2 *a une valeur* λ_2^1, *réciproquement, une force égale à l'unité, appliquée au point* (2) *suivant la direction* Δ_2, *imprime au point* (1) *un déplacement dont la projection* λ_1^2 *sur la direction* Δ_1 *est égale à* λ_2^1.

» 2° *Si un couple égal à l'unité, et dont l'axe a une direction* Δ_1, *appliqué à une section* D_1 *d'une pièce quelconque, imprime à un point* (2) *appartenant à la même pièce, ou à une autre pièce, un déplacement linéaire dont la projection sur une direction* Δ_2 *a une valeur* λ_2^1, *réciproquement, une force égale à l'unité, appliquée au point* (2) *suivant la direction* Δ_2, *imprime à la section* D_1 *un déplacement de rotation qui, reporté sur l'axe représentatif, a pour projection* γ_1^2 *sur* Δ_1 *la même valeur* λ_2^1.

» 3° *Si un couple égal à l'unité, et dont l'axe a une direction* Δ_1, *appliqué à une section* D_1 *d'une pièce quelconque, imprime à une section* D_2 *appartenant à la même pièce, ou à une autre pièce, un déplacement de rotation qui, reporté sur l'axe représentatif, a pour projection sur une direction* Δ_2 *une valeur* γ_2^1, *réciproquement, un couple égal à l'unité, appliqué à la section* D_2, *et dont l'axe est dirigé suivant* Δ_2, *imprime à la section* D_1 *un déplacement de rotation qui, reporté sur l'axe représentatif, a pour projection* γ_1^2 *sur* Δ_1 *la même valeur* γ_2^1.

» La théorie de la réciprocité trouve son application immédiate dans la détermination des *lignes d'influence* relatives aux pièces ou aux systèmes élastiques assujettis à des liaisons surabondantes. On peut établir notamment ce théorème, dû à M. Maurice Lévy, en ce qui concerne la poussée des arcs : Les lignes d'influence des *forces de liaison* ou *réactions des appuis* sont toujours des courbes funiculaires faciles à construire.

» Le principe du travail qui fournit la démonstration des théorèmes précédents conduit aussi à des formules générales remarquables exprimant les déplacements linéaires ou angulaires de points ou de sections appartenant à des pièces pleines ou à des systèmes élastiques déterminés de position et soumis à des forces données, formules développées dans notre Mémoire. »

M. **H. Sicard** adresse une nouvelle Note relative à la matière colorante contenue dans les feuilles de vigne de certains plants.

(Commissaires : MM. Fremy, Dehérain.)

M. **Willot** adresse une Note sur la destruction, par le sel marin, de l'*Heterodera Schachtii* et du *Phylloxera vastatrix*.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

La **Société libre d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Eure** prie l'Académie de vouloir bien prendre part à une souscription destinée à placer une plaque commémorative sur la mairie d'Ajou, lieu de naissance de *J.-R. Bréant,* auteur d'importants travaux scientifiques et industriels, et fondateur d'un prix de cent mille francs,

à décerner par l'Institut à celui qui aura découvert un remède contre le choléra.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. van Dorsten adresse quelques remarques relatives à une Note sur les lois de mortalité de Gompertz et de Makeham, par M. *J. Bertrand* (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1042; 1888).

Le théorème démontré par M. Bertrand a été donné par M. de Morgan (*Philosophical Magazine*, novembre 1839) et cité par M. Woolhoose (*Journal of actuaries*, t. XV). M. Woolhoose, dans cet Article, semble réclamer pour lui-même, en citant le Tome X du même Recueil, la priorité pour une partie de l'énoncé.

M. J.-P. Janse, dans une dissertation [*Over de constructio en afronding van Sterfetafels* (*Sur la construction des Tables de mortalité*)], suit, pour démontrer le théorème relatif à la loi de Makeham, une marche semblable à celle qu'avait suivie M. Laurent pour celle de Gompertz, et les deux démonstrations sont fondées sur une traduction analytique des théorèmes, peu différente de celle de M. Bertrand.

M. van Dorsten réclame également pour le géomètre hollandais Jacob de Gelder (*Traité d'Arithmétique*, Rotterdam, 1793) la découverte d'un théorème sur la divisibilité, énoncé par M. Loir (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1070).

Le P. Laïs adresse, par l'entremise de M. Janssen, deux photographies lunaires, prises pendant l'éclipse totale de Lune des 28-29 janvier, avec un télescope de 108^{mm} d'ouverture, pendant l'émersion de la Lune de l'ombre terrestre. La durée de la pose a été de quatre secondes.

Elles présentent cette particularité que, dans la première, le cône d'ombre se traduit par une convexité vers le centre de la Lune, tandis que dans la seconde on retrouve la concavité que le raisonnement fait prévoir.

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième trimestre de* 1888; par M. **P. Tacchini.**

« Le nombre des jours d'observation a été de 26 en avril, 26 en mai et 24 en juin. Voici les résultats :

1888.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Avril.........	1,65	0,39	4,31	13,65	0,89
Mai..........	2,50	0,54	18,77	7,20	0,46
Juin..........	3,71	0,42	4,18	17,52	0,79

» Le minimum secondaire constaté en mars s'est prolongé en avril; puis, les taches solaires ont augmenté en mai et en juin. Dans la nouvelle série, on rencontre trois périodes de fréquence minima absolue pour les taches, correspondant aux époques moyennes 11 avril, 6 mai et 31 mai, c'est-à-dire séparées par une rotation solaire, ou à peu près.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

1888.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Avril...............	22	12,00	45",8	1°,3
Mai.................	24	7,46	46,7	1,5
Juin................	23	8,83	46,3	1,3

» L'augmentation dans le nombre des protubérances, constatée en mars, est bien plus marquée en avril; pendant les journées des 5, 7, 8 et 10 avril, le nombre des protubérances a été respectivement de 16, 15, 15 et 27. On doit faire remarquer que la moyenne diurne de 12 est considérable; il faut remonter jusqu'en 1884 pour rencontrer dans nos observations une fréquence pareille. Quant aux taches, nous avons vu qu'elles présentaient un minimum en mars et avril, ce qui démontre que la relation entre les taches et les protubérances hydrogéniques n'est pas aussi intime qu'on a pu le croire, car nous avons en mars et avril un maximum très marqué des

protubérances. Après le mois d'avril, le nombre diurne des protubérances s'est réduit aux proportions des nombres trouvés en janvier et février. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur un nouvel appareil pour l'étude du frottement des fluides*. Note de M. **M. Couette**, transmise par M. Lippmann.

« Deux méthodes expérimentales ont été employées jusqu'à ce jour pour l'étude du frottement des fluides. Or, la méthode de Coulomb, ou des oscillations, ne se prête qu'à un calcul approximatif fondé sur la condition que les oscillations soient très lentes. La méthode de Poiseuille, ou de l'écoulement dans les tubes, vérifie la théorie de Navier pour les tubes très fins et les écoulements lents, et semble la contredire dans les autres cas. Elle est d'ailleurs d'une application difficile au gaz, à cause de la détente qui s'accomplit pendant l'écoulement dans des conditions thermiques mal déterminées.

» J'ai donc essayé de réaliser une troisième méthode, indiquée en 1881 par le Dr Margules ([1]) et qui permet : 1° de contrôler la théorie de Navier, en faisant varier les vitesses relatives des différentes parties du fluide entre des limites très étendues; 2° d'opérer sur les gaz à pression constante.

» Je ne puis décrire ici que très sommairement l'appareil que j'ai fait construire chez M. Ducretet et que j'ai installé au laboratoire de M. Lippmann. Un cylindre de cuivre A est animé, par un moteur Gramme, d'un mouvement de rotation uniforme autour de son axe qui est vertical. Ses tours s'inscrivent sur un enregistreur de M. Marey. Un second cylindre B est soutenu par un fil de torsion à l'intérieur de A et conaxialement avec lui. Deux cylindres de garde fixes prolongent la surface de B, qu'on peut ainsi considérer comme découpée dans un cylindre indéfini. Le fluide, qui est entre les cylindres A et B, est entraîné par A et entraîne lui-même B; mais on ramène B à sa position primitive en tordant le fil, d'un angle qu'on mesure ([2]).

» Un calcul facile et rigoureux déduit des équations de Navier la formule

$$(1) \qquad \varepsilon = \frac{k(R_1^2 - R_0^2)}{24\pi h R_0^2 R_1^2} \frac{T}{N}$$

([1]) *Wiener Berichte*, 2e série, t. LXXXIII, p. 588.

([2]) En 1882, M. B. Élie a fait tourner une sphère dans une sphère concentrique suspendue à un bifilaire (*Journal de Physique*, 2e série, t. I, p. 224).

où

T est l'angle de torsion en degrés;
N le nombre de tours de A par minute;
π le rapport de la circonférence au diamètre.

» Les autres grandeurs sont évaluées en C.G.S. et représentent
ε le coefficient de frottement intérieur du fluide;
k le coefficient de torsion du fil;
R_0 le rayon extérieur de B;
h la hauteur de B;
R_1 le rayon intérieur de A.

» D'après cette formule, le rapport $\frac{T}{N}$ doit être indépendant de N. Or j'ai trouvé pour l'air atmosphérique :

N.	T.	Température.	$\frac{T}{N}$.
27,0	7,65	18,7	0,2882
64,3	18,69	18,0	0,2906
106,8	30,75	18,1	0,2879
151,0	43,59	48,3	0,2888
218,6	63,07	18,3	0,2885
283,3	83,53	20,5	0,2948
330,5	99,04	20,3	0,2997
510,3	156,5[illegible]	20,0	0,3067
758,4	240,7	19,9	0,3174

» On voit que le rapport $\frac{T}{N}$, à peu près constant dans les cinq premières expériences, augmente ensuite lentement avec la vitesse. Cette augmentation est plus sensible pour l'eau. En effet, j'ai obtenu pour l'eau distillée à 19,1, comme moyennes de plusieurs expériences très concordantes :

N.	$\frac{T}{N}$.
25,6	16,81
52,8	17,52

» Elle paraît devoir être attribuée surtout aux imperfections qu'il est bien difficile d'éviter complètement dans la construction et le réglage de l'appareil. La perturbation qu'elles apportent devant décroître indéfiniment avec la vitesse, j'ai, pour calculer ε, mis dans la formule (1) la limite vers laquelle tend $\frac{T}{N}$ quand N tend vers zéro. Pour l'eau, j'ai calculé cette limite par extrapolation linéaire: c'est 16,14 à 19°,1.

» Pour l'air, j'ai pris simplement la moyenne des cinq premières expériences, qui est 0,2888 à 18°,3.

» La valeur du coefficient constant $\frac{k(R_1^2 - R_0^2)}{24\pi h R_0^2 R_1^2}$, calculée directement au moyen des dimensions de l'appareil, est 0,00070 16 C.G.S.

» Mais, pour corriger à la fois l'effet des imperfections de l'appareil et les erreurs que l'on commet dans la mesure de ses dimensions, il vaut mieux déterminer cette constante au moyen des expériences sur l'eau, dont le coefficient de frottement intérieur à 19°,1 est 0,01032, d'après les données de Poiseuille. On trouve ainsi

$$\frac{0,01032}{16,14} = 0,0006395.$$

» Le coefficient de frottement intérieur de l'air atmosphérique est, d'après cela,

$$\varepsilon = 0,0006393 \times 0,2888 = 0,0001847 \text{ C.G.S. à } 18^\circ,3.$$

» Voici les nombres donnés par divers physiciens :

Dates.	Auteurs.	Méthode.	Température.	ε.
1866.	J.-C. Maxwell.	Disque oscillant.	18°	0,000200
1871.	O.-E. Meyer.	Disque oscillant.	18	0,000200
1873.	O. Meyer et Springmühl.	Écoulement.	18	{ 0,000190 0,000160
1879.	L. Meyer et Schumann.	Écoulement.	20	0,000198
1884.	O. Schumann.	Disque oscillant.	20	0,000178

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lévulose*. Note de MM. **E. Jungfleisch** et **L. Grimbert**, présentée par M. Berthelot.

« Dans divers Mémoires où ils critiquent quelques-unes des données de la Note dans laquelle MM. Jungfleisch et Lefranc ont fait connaître la lévulose cristallisée (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 547), MM. Herzfeld et Winter (*Annalen der Chemie*, t. CCXXIV, p. 274 et 295) ont énoncé une conclusion aussi importante qu'inattendue, à savoir que le sucre de canne en s'hydratant fournit 2^{mol} de lévulose pour une seule molécule de glucose. Les résultats de ces derniers auteurs s'écartant considérablement de ceux obtenus autrefois par l'un de nous dans des expériences demeurées inédites, nous avons repris l'étude de la lévulose pure. Nos recherches confirment plei-

nement les expériences anciennes précitées, et sont en désaccord avec celles de MM. Herzfeld et Winter. Réservant pour un Mémoire détaillé l'exposition de notre travail et la discussion des résultats, nous résumerons seulement ici ce qui est relatif au *pouvoir rotatoire de la lévulose pure*.

» Les quelques centaines de grammes de lévulose qui nous ont servi provenaient du sucre interverti; elles avaient subi quatre cristallisations dans l'alcool absolu. La pureté de ce produit est établie notamment par l'identité de ses propriétés avec celles d'un autre échantillon n'ayant subi que deux cristallisations. L'analyse y démontrant la présence de 2,5 pour 100 d'eau, les pesées de nos prises d'essai ont été corrigées en conséquence.

» L'influence considérable de la température sur le pouvoir rotatoire de la lévulose se déduit de celle exercée sur le sucre interverti, étant donné que rien de semblable ne s'observe avec la glucose. Pour cette raison, nous avons opéré à l'aide de tubes métalliques, dorés intérieurement et munis d'une double enveloppe avec circulation d'un liquide ou d'une vapeur à température fixe; celle-ci était mesurée par des thermomètres placés à l'entrée et à la sortie. Le dispositif permettait d'employer les précautions habituelles, et notamment de pratiquer la rotation et le retournement des tubes.

» Nous avons étudié méthodiquement et séparément l'influence des diverses conditions expérimentales sur le pouvoir rotatoire en question.

» *Influence du temps*. — Lorsqu'on dissout à froid la lévulose dans l'eau, le pouvoir rotatoire diminue à partir du moment où la dissolution a été effectuée. A 7°, une liqueur contenant $9^{gr},750$ de matière sucrée pour 100^{cc} donnait $\alpha_D = -97°,33$ après 35^m de préparation, $\alpha_D = -96°,11$ après 55^m, $\alpha_D = -95°,11$ après 1^h15^m, et $\alpha_D = -94°,77$ après 1^h45^m, le pouvoir rotatoire devenant ensuite invariable. A 8°, sur une autre liqueur contenant $1^{gr},779$ de lévulose pour 100^{cc}, on a observé $\alpha_D = -106°,02$ après 10^m, $\alpha_D = -99°,32$ après 20^m, $\alpha_D = -93°,83$ après 45^m, et $\alpha_D = -92°,00$ après 1^h30^m, ce dernier chiffre étant dès lors constant. Le pouvoir rotatoire de la lévulose va donc en diminuant avec le temps; le phénomène est assez marqué, beaucoup moins cependant que pour la glucose. Comme avec celle-ci, une élévation de la température accélère beaucoup la production du pouvoir rotatoire final.

» *Influence de la température*. — La chaleur exerce sur le pouvoir rotatoire des solutions de lévulose deux actions différentes : 1° une modification

profonde et définitive; 2° une modification momentanée, qui disparaît en même temps que la température qui l'a déterminée.

» 1° Les solutions de lévulose pure sont beaucoup plus altérables que ne le faisait prévoir l'action de la chaleur sur le sucre interverti. C'est ainsi qu'en examinant à 12° plusieurs portions d'une même liqueur à $9^{gr},750$ pour 100^{cc}, préalablement maintenues pendant une heure à des températures diverses, on a obtenu $\alpha_D = -94°,58$ pour 32°, $\alpha_D = -93°,37$ pour 40°, $\alpha_D = -93°,33$ pour 50°; à cette dernière température, le liquide avait pris une faible teinte ambrée, très manifeste dans un long tube. C'est ainsi encore qu'une même solution à $4^{gr},875$ pour 100^{cc}, donnant à 13° $\alpha_D = -93°,83$, ne donnait plus que $\alpha_D = -91°,93$ après avoir été maintenue à 100° pendant 15^m, et $\alpha_D = -88°,28$ après 30^m; la même, portée à 59° pendant 30^m donnait ensuite à 13° $\alpha_D = -92°,72$. Les valeurs ainsi observées restent désormais invariables, la liqueur étant maintenue froide; l'altération du produit est donc définitive. Elle devient très marquée quand l'action de la chaleur a été prolongée : une liqueur pour laquelle $\alpha_D = -88°,28$ à 19° donnait à la même température $\alpha_D = -85°,83$, après vingt et une heures de chauffage à 92° dans un vase scellé; $\alpha_D = -83°15$, après quarante-sept heures; $\alpha_D = -79°,89$, après quatre-vingt-douze heures. Il résulte de là que le pouvoir rotatoire de la lévulose ne peut être mesuré avec quelque régularité qu'au-dessous de 40°. Une autre conséquence est que tout chauffage qui n'est pas indispensable doit être évité dans la préparation de cette substance, conformément aux indications de MM. Jungfleisch et Lefranc.

» 2° La lévulose pure possède un pouvoir rotatoire qui varie beaucoup avec la température, et en sens inverse de celle-ci. Une solution à $9^{gr},750$ de lévulose pour 100^{cc} a donné, à diverses températures, les pouvoirs rotatoires suivants : $\alpha_D = -97°,31$ à 7°, $\alpha_D = -91°,55$ à 17°, $\alpha_D = -89°,90$ à 20°. Une autre solution, à $48^{gr},75$ pour 100^{cc}, c'est-à-dire très concentrée, a donné de même $\alpha_D = -105°,76$ à 0°, $\alpha_D = -102°,20$ à 7°, $\alpha_D = -97°,62$ à 16°, $\alpha_D = -90°,39$ à 28° et $\alpha_D = -82°,53$ à 40°. A ne considérer que la température, on trouve qu'à mesure que celle-ci augmente ou diminue de 1°, α_D diminue ou augmente de 0°,56.

» *Influence de la concentration.* — La concentration des solutions employées agit notablement sur le pouvoir rotatoire observé. Par exemple, des solutions diversement concentrées, étant examinées à 17°, ont donné $\alpha_D = -91°,55$ à $9^{gr},750$ pour 100^{cc}, $\alpha_D = -92°,72$ à $19^{gr},500$ pour 100^{cc},

$\alpha_D = -95°,30$ à $39^{gr},00$ pour 100^{cc}, et $\alpha_D = -97°,06$ à $48^{gr},75$ pour 100^{cc}.

» *Résumé*. — En laissant de côté l'influence du temps écoulé depuis que la dissolution a été effectuée et en nous mettant en dehors de l'intervention des modifications permanentes résultant d'une altération de la matière sucrée, nous avons fait un très grand nombre de mesures concordantes. Nous pouvons seulement ici les résumer dans la formule suivante, où t représente la température et p le poids de lévulose contenu dans 100^{cc} de liqueur : $\alpha_D = -101°,38 - 0,56\,t + 0,108\,(p - 10)$. Cette formule est applicable aux températures comprises entre 0° et 40° et aux concentrations inférieures à 40 pour 100.

» Les chiffres fournis par la lévulose pure diffèrent très notablement des valeurs que l'on tire du pouvoir rotatoire du sucre interverti, considéré comme un mélange à poids égaux de glucose et de lévulose. Par exemple, dans les conditions où le sucre interverti conduit pour la lévulose à $\alpha_D = -100°$, l'expérience directe sur la lévulose pure donne $\alpha_D = -93°,54$. Cet écart n'est qu'apparent, il est dû à certains faits restés jusqu'ici inaperçus dans la formation du sucre interverti. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les malonates de potasse et de soude.* Note de M. G. Massol, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« Malonates de soude. — Les chaleurs de neutralisation sont :

		Cal
$C^6H^4O^8$	$(1^{éq} = 4^{lit}) + NaO\,(1^{éq} = 2^{lit})$..........	+ 13,05
$C^6H^3NaO^8$ (dissous dans 6^{lit})	$+ NaO\,(1^{éq} = 2^{lit})$..........	+ 13,60
$C^6H^4O^8$	$(1^{éq} = 4^{lit}) + 2NaO\,(1^{éq} = 2^{lit})$..........	+ 26,65

» 1° *Malonate acide de soude :* $C^6H^3NaO^8$. — Sa chaleur de dissolution a été trouvée de $-6^{Cal},17$ et $-6^{Cal},04$, moyenne : $-6^{Cal},10$ pour $1^{éq} = 126^{gr}$ dans 6^{lit} d'eau. On en déduit, pour la chaleur de formation,

$C^6H^4O^8$ sol. + $NaHO^2$ sol. = H^2O^2 sol. + $C^6H^3NaO^8$ sol......... $+ 25^{Cal},86$

» 2° *Malonates neutres de soude :* $C^6H^2Na^2O^8, 2HO$ et $C^6H^2Na^2O^8$. — L'analyse a donné, pour plusieurs échantillons :

			Calculé pour $C^6H^2Na^2O^8 + 3HO$.
1° NaO pour 100..........	35,60	35,28	35,43

			Calculé pour $C^6H^2Na^2O^8 + 2\frac{1}{2}HO$.
2° NaO pour 100..........	36,26	36,21 / 36,56	36,39

			Calculé pour $C^6H^2Na^2O^8, 2HO$.
3° NaO »	37,15	37,07	37,35

Les deux derniers avaient été abandonnés pendant quelques jours en présence d'acide sulfurique concentré.

» On a mesuré la chaleur de dissolution de ces trois échantillons :

	Cal	
1° Sel à 3HO..................	+0,16	Moyenne : $+0^{Cal},13$
2° Sel à $2\frac{1}{2}$HO..................	+0,12	
3° Sel à 2HO..................	+0,12	

» Il est très probable que le vrai hydrate défini est le composé à 2HO.

» Dans une préparation, j'ai obtenu un sel hydraté contenant 39,45 pour 100 de NaO, ce qui correspond à un hydrate à 1HO (calculé 39,49) et dont la chaleur de dissolution est $+1^{Cal},50$.

» La chaleur de dissolution du sel anhydre est $+3^{Cal},08$.

» On déduit de ces trois données :

	Cal
$C^6H^4O^8$ sol. + $2NaHO^2$ sol. = $2H^2O^2$ sol. + $C^6H^2Na^2O^8$ sol.....	+41,49
$C^6H^3NaO^8$ sol. + $NaHO^2$ sol. = $2H^2O^2$ sol. + $C^6H^2Na^2O^8$ sol....	+15,63
$C^6H^2Na^2O^8$ sol. + HO liq. = $C^6H^2Na^2O^8$, HO sol..............	+1,58
$C^6H^2Na^2O^8$, HO sol. + HO liq. = $C^6H^2Na^2O^8$, H^2O^2 sol.........	+1,45
$C^6H^2Na^2O^8$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^6H^2Na^2O^8$, H^2O^2 sol...........	+3,03

» Malonates de potasse. — Les chaleurs de neutralisation sont :

	Cal
$C^6H^4O^8$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + KO ($1^{éq} = 2^{lit}$).........................	+13,36
$C^6H^3KO^8$ (dissous dans 6^{lit}) + KO ($1^{éq} = 2^{lit}$).................	+13,94
$C^6H^4O^8$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + 2KO ($1^{éq} = 2^{lit}$).........................	+27,30

» 1° *Malonate acide de potasse :* $C^6H^3KO^8$, HO. — La chaleur de dissolution

$C^6H^4O^8$ sol. + KHO^2 sol. = HO sol. + $C^6H^3KO^8$, HO sol...... $+31^{Cal},66$

» 2° *Malonates neutres de potasse :* $C^6H^2K^2O^8$, $2H^2O^2$ et $C^6H^2K^2O^8$. — La chaleur de dissolution de l'hydrate est -5^{Cal}.

» La dissolution du sel anhydre $1^{éq} = 180^{gr},2$ dans 8^{lit} a donné $+2^{Cal},10$.

» D'où l'on déduit :

$C^6H^4O^8$ sol. + 2 KHO^2 sol. = 2 H^2O^2 sol. + $C^6H^2K^2O^8$ sol . . . . + 48^{Cal}, 56
$C^6H^2K^2O^8$ sol. + 2 H^2O^2 liq. = $C^6H^2K^2O^8$, 2 H^2O^2 sol. . . . . + 7^{Cal}, 10

» Les deux nombres qui représentent les chaleurs de formation des sels de soude et de potasse, + 41^{Cal},49 et + 48^{Cal},56, peuvent être comparés à ceux que M. Berthelot a obtenus pour les deux oxalates correspondants + 53^{Cal},03 et + 58^{Cal},87. Ils sont constamment inférieurs, ce qui est conforme aux analogies. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les hydrates de méthane et d'éthylène.* Note de M. **Villard**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« Dans une précédente Note [1], j'ai indiqué l'existence de composés cristallisés, formés par l'eau avec le méthane, l'éthane, l'éthylène, l'acétylène et le protoxyde d'azote.

» J'ai repris l'étude des hydrates de méthane et d'éthylène : tous les deux présentent un caractère commun, ils existent à des températures supérieures au point critique du gaz correspondant.

» *Hydrate de méthane.* — Le gaz pur a été introduit dans un tube Cailletet avec des quantités d'eau variables ; les résultats obtenus ont toujours été identiques, ce qui semble indiquer qu'il ne se forme qu'un seul hydrate. On l'obtient à 0° en comprimant à 75^{atm}, produisant une détente et comprimant de nouveau ; un peu au-dessus de 0°, une détente beaucoup plus considérable est nécessaire. On peut également, comme je l'ai montré, comprimer simplement le gaz en présence de l'eau, le tube étant refroidi très peu au-dessous de 0°. L'hydrate une fois formé, on peut laisser la température s'élever, en maintenant une pression suffisante.

» Les tensions de dissociation, obtenues dans plusieurs séries d'expériences, sont résumées dans le Tableau suivant :

Températures.	Pressions en atmosphères.
0°	26,5
+ 1,1	30
+ 5,5	47
8,5	63,5

(1) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1602.

Températures.	Pressions en atmosphères.
9,9	75
10,8	83
14,3	123,5
16,1	152
17,3	178,5
19,3	232
20,3	265

» Ces tensions, comptées à partir de la pression atmosphérique, sont indépendantes de la quantité d'eau introduite dans le tube.

» A 21°, les cristaux ont pu être conservés pendant une demi-heure sous une pression de 300^{atm}; à 21°,5, ils se détruisent lentement sous la même pression. Cette température paraît être très voisine du point critique de décomposition de l'hydrate; mais l'appareil dont je disposais ne m'a pas permis d'aller au delà de 300^{atm}.

» En résumé, le méthane forme avec l'eau une combinaison cristallisée ne se détruisant qu'au-dessus de 21°,5, présentant une tension de dissociation rapidement croissante et assez considérable : de plus, cet hydrate existe à des températures bien supérieures à la température critique du gaz, laquelle est — 99°,5, d'après M. Dewar (¹).

» *Hydrate d'éthylène.* — Les tensions de dissociation de cet hydrate sont les suivantes :

Températures.	Pressions en atmosphères.
0°	6,5
+ 3	8,5
+ 5,5	11
+ 8	14
11	21
13,4	28,5
14,8	34,5
16,6	45
17,2	59

» A 18°,7, les cristaux se détruisent lentement, même sous forte pression : c'est la température critique de décomposition de l'hydrate; on peut remarquer qu'elle est notablement supérieure au point critique de l'éthylène, laquelle est + 10°,1 d'après les travaux de M. Dewar (²) :

(¹) *Philosophical Magazine*, 5ᵉ série, t. XVIII.
(²) *Ibid.*

j'ai, du reste, déterminé la température et la pression critiques du gaz que j'ai employé; cette température est $+10°$ et la pression critique 51^{atm}. Ce dernier nombre est identique à celui qui a été trouvé par M. Dewar. La courbe isotherme du gaz à la température de $9°,9$, construite en prenant pour abscisses les pressions et pour ordonnées les volumes, présente, à partir de 51^{atm}, une dépression peu sensible et, à partir de 57^{atm}, tend à devenir parallèle à l'axe des pressions.

» J'ai constaté également que le point critique de l'éthylène en présence de l'eau est très sensiblement le même que celui de l'éthylène sec. L'hydrate existe donc bien réellement au-dessus du point critique du gaz humide. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations sur la fixation de l'azote atmosphérique par les Légumineuses dont les racines portent des nodosités.* Note de M. E. **Bréal**, présentée par M. Dehérain.

« La question de l'intervention de l'azote atmosphérique dans la végétation est entrée dans une phase nouvelle depuis la publication des travaux de M. Berthelot sur les organismes du sol, de ceux de MM. Hellriegel et Willfarth (¹) sur les nodosités des racines des Légumineuses.

» Au mois de mai dernier, j'ai pu recueillir ces nodosités sur un pied de luzerne en végétation au Muséum, dans le jardin du laboratoire de Physiologie. Écrasées sur une lame de verre, elles laissent échapper un liquide blanchâtre dans lequel on distingue, au microscope, des grains arrondis très réfringents, entremêlés de nombreux filaments en mouvement, semblables à des bactéries.

» Je me suis procuré les tubercules d'un certain nombre de Légumineuses, en quantité suffisante, pour y doser l'azote par la chaux sodée. J'ai analysé également les autres parties de la plante; je réunis dans un Tableau les nombres obtenus :

Azote contenu dans 100 *de matière sèche.*

	Acacia.	Pois.	Lupin.	Haricots avant floraison.	Haricots après floraison.	Lentilles.
Tubercules..........	3,25	2,68	3,30	3,80	4,60	7,00
Tiges et feuilles......	»	»	»	2,30	3,10	»
Chevelu des racines ..	»	»	2,50	»	»	1,80
Grosses racines......	2,30	2,30	0,80	»	2,90	»

(¹) *Annales agronomiques*, t. XIII, p. 330; t. XIV, p. 231.

» Le poids considérable d'azote qui entre dans la constitution des tubercules permet de les ranger à côté des graines ou des champignons. Les racines qui les portent sont elles-mêmes très riches en substance azotée; rappelons-nous que les racines de blé, analysées par MM. Dehérain et Meyer, ne contenaient plus, au moment de la récolte, que $0^{gr},34$ pour 100 d'azote combiné (¹).

» J'ai reconnu que la matière des tubercules de la luzerne peut être ensemencée sur les racines d'autres Légumineuses et qu'elle y fait naître des tubercules.

» J'avais fait germer des graines de pois sur de l'eau tenant en dissolution un peu de chlorure de potassium et de phosphate de chaux; quand les cotylédons furent vidés, j'ai fait tomber dans l'eau où plongeaient les racines le liquide provenant d'un tubercule de luzerne écrasé. Les racines des pois se sont alors garnies de véritables chapelets, dont chaque grain était bourré de corps bactériformes. Après cinquante jours de végétation dans l'eau, les plantes furent séchées à 100°; les pesées et les dosages d'azote donnèrent les nombres suivants :

	Poids sec.	Azote.	Azote pour 100 de matière sèche.
	gr		
Tubercules et radicelles adhérentes	0,990	0,0266	2,68
Racines	0,725	0,0150	2,07
Tiges et feuilles réunies	2,475	0,0540	2,20
Plante entière	4,190	0,0956	»
Graines ayant donné naissance aux plantes	1,255	0,0460	3,70
Gain	2,935	0,0396	»

» Les graines, en se développant, avaient presque doublé leur quantité d'azote; les tubercules étaient la matière la plus azotée de toute la plante.

» J'ai pu inoculer les mêmes matières de la luzerne à un jeune plant de lupin : la graine avait germé sur du papier à filtre maintenu humide; quand la racine eut atteint environ $0^{m},03$ de longueur, je l'ai piquée avec une fine aiguille que j'avais au préalable fait pénétrer dans un tubercule de luzerne. Le jeune plant fut ensuite planté dans un pot de fleur contenant 1^{kg} de gravier et, à côté, fut enraciné un autre plant de lupin semblable au premier, mais qui n'avait pas été piqué. On arrosa le gravier avec une dissolution étendue de chlorure de potassium et de phosphate de chaux. Le lupin piqué se développa très bien, en verdissant beaucoup; son voisin restait pâle, chétif, et donna seulement ce que Boussingault appelait une *plante limite*. Après quarante-cinq jours de végétation, les deux plantes furent déracinées; celle qui avait été ino-

(¹) *Annales agronomiques*, t. VIII, p. 28.

culée avait ses racines chargées de tubercules; l'autre, qui avait des racines très développées, n'en portait pas.

» Voici les nombres obtenus par les pesées et les dosages :

	Lupin	
	piqué.	non piqué.
	gr	gr
Poids de la plante fraîche...	12,10	8,10
» sèche....	2,00	1,25
Poids d'une graine sèche....	0,315	»
Azote dans la plante entière.	0,033	0,014
Azote dans la graine.......	0,013	»

» Le lupin piqué a sextuplé la matière sèche de sa graine et augmenté deux fois et demie l'azote qu'elle contenait; l'azote de l'autre était resté stationnaire.

» Un autre ensemencement sur un pois fut fait simplement en faisant germer la graine sur de la terre de luzerne; quand la racine eut acquis $0^{m},02$ de longueur, le pois fut enraciné dans un pot contenant 3^{kg} de gravier, arrosé avec la dissolution de chlorure de potassium et de phosphate de chaux. La plante se développa vigoureusement; elle présentait une disposition souvent signalée par M. G. Ville : la tige à la partie supérieure était forte et d'un diamètre bien supérieur à celui qu'elle présentait à l'origine. Après cinquante jours, la plante déracinée montra de nombreux tubercules; elle portait trois siliques, dont un mûr; la racine mesurait $0^{m},25$, la tige $1^{m},20$.

» Les pesées et les dosages donnèrent les nombres suivants :

	Poids		Azote pour 100	
	frais.	sec.	de matière sèche.	Azote.
	gr	gr		
Tige	31,0	6,000	2,6	0,1560
Racine............	10,5	3,600	2,1	0,0756
Plante totale	41,5	9,600	»	0,2316
Une graine de pois..	»	0,250	3,7	0,0093

» La plante avait multiplié 38 fois la matière sèche et 25 fois l'azote de sa graine.

» Remarquons que la racine seule contenait $3^{gr},6$ de matière sèche et $0^{gr},0756$ d'azote; cette quantité d'azote, fixée en si peu de temps dans le gravier, nous explique comment M. Dehérain a pu trouver qu'un champ de Grignon, cultivé en Légumineuses, contenait primitivement $1^{gr},45$ d'azote par kilogramme de terre, et après dix ans de culture $1^{gr},80$. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le tétanos expérimental.* Note de M. **Rietsch** [1], présentée par M. Ranvier.

« En prenant pour point de départ de la poussière de foin, j'ai pu vérifier les expériences de Nicolaier, de Beumer, etc., sur le tétanos expérimental et donner à un âne le tétanos typique des Équidés. Le foin provenait de la dessiccation de l'herbe coupée dans le square de l'Hôtel-Dieu de Marseille.

» La poussière en question a été inoculée sous la peau à quatre cobayes qui meurent de tétanos les quatrième et cinquième jours. Les symptômes observés ont été les suivants : contracture et extension du membre postérieur du côté de l'inoculation; la contracture gagne ensuite le membre antérieur correspondant, l'autre membre postérieur, et en même temps la musculature dorsale. Opisthotonos. Trismus plus ou moins prononcé. La marche a d'abord encore lieu assez aisément avec les trois pattes non atteintes; puis elle devient de plus en plus difficile et l'animal renversé sur le flanc ou sur le dos est incapable de se relever. On peut à ce moment déterminer des mouvements convulsifs, soit par un léger attouchement, soit en frappant sur la table où est placé le cobaye. La mort est précédée de convulsions.

» A l'autopsie, les organes internes, foie, rate, poumons, etc., paraissent sains. Au point d'inoculation, on trouve chez les quatre sujets un peu de pus qui sert à inoculer deux autres cobayes. Ceux-ci meurent, après trente heures, avec les mêmes symptômes. Le pus de l'un de ces derniers a servi à faire (*a*) de nouvelles inoculations et (*b*) des ensemencements en gélatine et en sérum.

» (*a*). Pour cette troisième inoculation, faite sur deux cobayes, je n'ai employé intentionnellement que des quantités extrêmement faibles de pus. L'un d'eux n'a rien manifesté du tout. L'autre n'a montré que le quatrième jour des symptômes tétaniques bien marqués qui, après quelques jours, diminuent d'intensité; l'animal a fini par guérir.

» (*b*). Les cultures en gélatine n'ont donné aucun microbe ressemblant au bacille long, droit et mince, à spore terminale renflée, qui est considéré

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de bactériologie de l'École de Médecine et de Pharmacie de Marseille.

comme étant la cause du tétanos; ce résultat négatif est conforme à ceux obtenus par les auteurs précités. Les cultures en sérum solide ou liquide, maintenues vers 35°, montrent, après quelques jours, un mélange de microbes, parmi lesquels le mince bacille droit prédomine.

» Les cultures ont été exposées cinq minutes à la température de 100°, puis replacées à l'étuve à 35°; le sérum, coagulé par la chaleur, a éprouvé, après quarante-huit heures, un commencement de liquéfaction et les préparations faites à ce moment n'ont guère montré que de gros bacilles courts; le bacille tétanique, à spores terminales renflées, était très rare. Cinq jours plus tard au contraire, c'est-à-dire après sept jours d'incubation, ce même bacille était extrêmement abondant dans quatre tubes de sérum sur cinq; le sérum alors était en partie liquéfié.

» La partie liquide d'un de ces quatre tubes a été alors délayée dans 5 à 6 volumes d'eau; 2^{cc} du mélange sont injectés sous la peau, à la cuisse droite postérieure, à un âne âgé d'une dizaine d'années. L'observation et plus tard l'autopsie de cet âne ont été faites avec l'aide de MM. les vétérinaires Steullet, du 1er hussards, et Hedoin, du 19e d'artillerie; je suis heureux de remercier ici ces messieurs pour le concours si compétent qu'ils ont bien voulu me prêter.

» Les premiers jours, il se forme au point d'inoculation un noyau induré du volume d'un œuf de poule environ, chaud et douloureux au toucher, qui se résorbe peu à peu, sans cependant disparaître complètement. Vers le cinquième jour, l'appétit semble diminuer quelque peu, mais pendant deux semaines on ne remarque aucun autre symptôme. Le quinzième jour, l'animal a cessé brusquement de manger; les jambes postérieures, surtout celle du côté de l'inoculation, montrent une certaine roideur qui augmente les jours suivants. On constate en même temps un trismus bien net; l'animal saisit avec les lèvres la nourriture qu'on lui présente, mais est incapable de l'introduire entre les dents. Contracture générale très prononcée de tous les muscles de la colonne vertébrale. A la face, symptômes tétaniques bien accentués; le corps clignotant est projeté à l'extérieur, surtout quand on détermine des mouvements d'élévation de la tête; les naseaux sont constamment dilatés, la commissure des lèvres tirée; en général, contracture permanente de tous les muscles de la tête, ce qui donne à l'animal le faciès caractéristique du tétanos; les oreilles sont roidies. A la moindre excitation, toutes ces contractures s'accentuent encore davantage. La respiration est saccadée, et surtout abdominale; l'âne fait souvent avec les lèvres comme un mouvement de succion. Opisthotonos de plus en

plus accentué; l'animal ne peut ployer le cou en bas, et, pour toucher terre avec le museau, il est obligé d'infléchir les pattes antérieures. La contracture se propage les jours suivants de la tête aux muscles des parties supérieures du tronc, et la respiration devient exclusivement abdominale. Mort le vingt-deuxième jour après l'inoculation.

» A l'autopsie, on trouve, au point d'inoculation, un petit foyer purulent de la grosseur d'une noix; le pus se trouve localisé dans le tissu conjonctif sous-cutané fortement infiltré de graisse. Les organes internes, cerveau, poumons, foie, rate, tube digestif, paraissent sains; il n'y a eu à noter que le sang noir asphyxique, se coagulant assez difficilement et ne rougissant pas à l'air.

» Les préparations sur lamelles, faites avec le foie et le cerveau, n'ont point montré de bactéries; dans le sang, elles étaient peu nombreuses et différentes du bacille tétanique. Celui-ci a été trouvé dans le pus avec d'autres microbes, et surtout avec beaucoup de corpuscules ovoïdes, se colorant sur les bords, qui pouvaient être des spores du bacille tétanique.

» L'âne a servi à faire les expériences suivantes :

» 1° Deux lapins inoculés (*a*) avec 5^{cc} de sang et (*b*) avec le nerf sciatique sont restés bien portants.

» 2° Deux lapins inoculés (*a*) avec le foie, (*b*) avec le cerveau, sont morts de septicémie le onzième jour sans symptômes tétaniques.

» 3° Quatre lapins inoculés avec le pus et avec le tissu bordant l'abcès sont pris de tétanos après trente-six heures; les deux premiers meurent le cinquième jour, les deux autres les sixième et septième jours.

» Le tétanos expérimental des Équidés ne semble donc différer en rien du tétanos spontané. Ce qui précède confirme encore l'opinion émise par divers auteurs sur l'identité entre le tétanos spontané en général et le tétanos expérimental, et montre une fois de plus combien le virus tétanique est répandu dans la terre et les poussières. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De l'importance du système libéro-ligneux foliaire en anatomie végétale.* Note de M. **O. Lignier**, présentée par M. Duchartre.

« Pour trouver de nouveaux caractères taxinomiques ou des matériaux d'anatomie comparée végétale, de nombreux botanistes ont étudié le parcours des faisceaux libéro-ligneux. Ils l'ont examiné, les uns dans la tige à la

fois et dans toute la feuille, d'autres seulement dans la tige, d'autres enfin dans une partie de la feuille ; certains aussi, en vue d'une application à la Paléontologie, ont étudié particulièrement le mode de nervation des feuilles.

» La connaissance de la nervation a fourni, pour la classification, des caractères importants. Mais il ne nous semble pas que la connaissance du parcours et de l'arrangement des faisceaux dans la tige ait fourni, à ce point de vue, des résultats en rapport avec les efforts faits. Fréquemment, en effet, l'arrangement des faisceaux de la tige diffère dans deux genres ou dans deux espèces voisines, même aux divers niveaux d'un même rameau ; et la constatation de ces faits force le botaniste à admettre de nombreuses exceptions aux règles générales qu'il établit. Quelles sont donc les règles méconnues dont la connaissance permettrait de comparer facilement et utilement entre eux les systèmes libéro-ligneux des diverses tiges de Phanérogames? Tel est le problème que nous nous proposons de résoudre ici.

» Le système libéro-ligneux *primaire* d'un rameau ne doit, pensons-nous, être considéré que comme un tout formé par l'agglomération généralement régulière de parties constituantes plus ou moins semblables. Nous appelons *système libéro-ligneux foliaire* chacune de ces parties qui constituent le tout libéro-ligneux du rameau. Sous cette dénomination nous comprenons tous les faisceaux qui *dépendent* d'une même feuille, quels qu'en soient le nombre et la distribution, et dès lors les faisceaux qui circulent dans le limbe ou dans le pétiole de cette feuille, ainsi que ceux qui descendent dans la tige et constituent la trace foliaire. Chacun de ces derniers est en outre considéré comme faisant encore partie du système foliaire *jusqu'à son extrémité inférieure*, qu'elle se termine librement en pointe ou qu'elle s'accole à un faisceau d'une des traces foliaires sous-jacentes en transformant ce faisceau en un faisceau dit caulinaire, anastomotique ou réparateur.

» Supposons que les divers systèmes libéro-ligneux foliaires d'un rameau soient, à leur origine, *indépendants* les uns des autres et que la différenciation se produise au début de *haut en bas* et *verticalement* pour chaque faisceau de trace foliaire.

» Dans cette double hypothèse, les rapports et par suite les contacts entre les faisceaux des divers systèmes libéro-ligneux foliaires de la tige varieront en même temps que les *positions relatives* de ces systèmes ; ainsi, dans un rameau de symétrie $\frac{1}{2}$, l'insertion des traces foliaires sera autre que dans un rameau de symétrie $\frac{1}{3}$ ou dans un rameau verticillé. Or il en est ainsi

dans la nature; il suffit pour le voir de comparer dans une plante deux rameaux à symétrie différente, ou mieux d'étudier dans toute sa longueur (sur des coupes successives) un rameau dont la symétrie varie avec le niveau.

» D'autre part, si l'on admet ces deux hypothèses, on peut encore s'attendre à voir que, dans des rameaux de symétrie semblable, les rapports de position et les contacts entre les faisceaux des diverses traces foliaires varieront en même temps que la *forme* des systèmes foliaires, c'est-à-dire en même temps que la distribution et le nombre des faisceaux composant chaque système. Considérons en effet deux rameaux de symétrie semblable, mais pourvus de traces foliaires à cinq faisceaux dans l'un, monofasciculaire dans l'autre. Les rapports et les contacts entre les faisceaux des traces foliaires de ces deux tiges seront différents. De même ces rapports et ces contacts pourront encore être influencés par la distribution des faisceaux dans chaque système foliaire. Ils varieront suivant que les faisceaux de chaque système seront distribués sur un ou plusieurs rangs cencentriques ou qu'ils y seront plus ou moins écartés tangentiellement. Or ces variations de contacts et de rapports entre traces foliaires, on en constate facilement l'existence en comparant la structure de deux rameaux de symétrie semblable, mais dont le système foliaire soit de forme différente à la base du pétiole, ou simplement deux rameaux d'un même individu, ou deux parties de rameau dont les feuilles soient de taille très différente, la symétrie restant la même. En effet, aux feuilles réduites correspond le plus souvent un nombre de faisceaux moins important et les rapports entre traces foliaires se trouvent par suite modifiés de la base au sommet d'une même tige.

» D'ailleurs ce n'est pas seulement l'étude de la tige adulte qui confirme les hypothèses ci-dessus, celle de la différenciation des tissus vient encore les appuyer. En effet, on a constaté que, dans les traces foliaires des Dicotylédones et des Gymnospermes, la différenciation se fait de haut en bas. Le contraire a été indiqué chez beaucoup de Monocotylédones, mais cette exception n'est qu'apparente. Quant à la règle d'après laquelle la différenciation des faisceaux se ferait *verticalement* à l'origine, elle peut rencontrer de légères exceptions qui n'infirment en rien le raisonnement d'après lequel nous regardons les systèmes libéro-ligneux foliaires comme originairement indépendants les uns des autres ([1]).

([1]) La disposition primitivement verticale du tissu conducteur est le plus souvent

» Donc l'examen des faits montre que le système libéro-ligneux de chaque feuille est originairement indépendant de celui des feuilles voisines, et que dans chacun des faisceaux qui composent sa trace foliaire la différenciation des tissus primaires se fait de haut en bas. L'arrangement des faisceaux, dont est formé le système libéro-ligneux d'une tige, et par suite les contacts qui s'établissent entre eux, *sont de là, sous la dépendance :* 1° *de la symétrie de la tige au moment de la différenciation,* 2° *de la forme des systèmes foliaires.*

» Ceci admis, on se rend compte des difficultés insurmontables que peut rencontrer dans l'étude comparée du parcours des faisceaux de la tige l'anatomiste non prévenu.

» En somme, il faut comparer d'abord dans le système libéro-ligneux de deux rameaux, non le parcours des faisceaux dans la tige, mais *celui des faisceaux dans le système libéro-ligneux foliaire,* tel qu'il est défini plus haut. L'étude des contacts qui s'établissent entre les diverses traces foliaires ne doit intervenir qu'en second lieu ([1]).

» Les observations qui précèdent ne s'appliquent qu'aux tissus libéro-ligneux primaires initiaux. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la production des sulfates anhydres cristallisés de cadmium et de zinc (zincosite artificielle).* Note de M. A. de Schulten, présentée par M. Fouqué.

« Pour faire cristalliser les sulfates anhydres de cadmium et de zinc, je me sers d'une méthode qui a été employée par plusieurs chimistes pour préparer d'autres sulfates anhydres cristallisés, méthode qui consiste à évaporer lentement la solution des sulfates dans l'acide sulfurique concentré.

---

modifiée chez l'adulte par des inégalités dans l'accroissement du parenchyme fondamental qui rendent obliques ou sinueux les faisceaux d'abord verticaux. La torsion des tiges peut agir de même.

([1]) En nous prononçant pour l'indépendance originaire des divers systèmes libéro-ligneux foliaires d'un même rameau, nous ne prenons point parti pour la théorie de la formation de la tige par la coalescence de la base des feuilles ni contre celle qui regarde les feuilles comme des appendices de la tige; même la notion du *système libéro-ligneux foliaire indépendant* ne peut être invoquée pour ou contre ces deux opinions.

» On débarrasse les cristaux de l'acide sulfurique adhérant en les soumettant, dans une capsule de platine, à l'action d'une chaleur modérée. Les cristaux de sulfate de zinc doivent être chauffés très modérément. Si on les chauffe au rouge sombre, ils perdent leur transparence. Les cristaux de sulfate de cadmium supportent mieux la chaleur. On peut, en effet, les chauffer au rouge sombre sans qu'ils subissent aucun changement. Chauffés à une température plus élevée, ils deviennent opaques et fondent. Les deux sulfates qui m'occupent se présentent en cristaux bien réfléchissants. Toutefois, les cristaux de sulfate de zinc deviennent bientôt ternes à l'air, quoiqu'ils soient débarrassés d'acide sulfurique libre avec beaucoup de soin, tandis que les cristaux de sulfate de cadmium ne s'altèrent à l'air que très lentement.

» La densité du sulfate de zinc cristallisé est 3,74 à 15°; son volume moléculaire est égal à 43.

» La densité du sulfate de cadmium non cristallisé est 4,72 à 15°; son volume moléculaire est égal à 44.

» La composition des cristaux que j'ai préparés a été vérifiée par l'analyse qui a donné les nombres suivants :

Cristaux et sulfate de zinc.

	Trouvé.	Calculé pour $ZnSO^4$.
SO^3	49,43	49,72

Cristaux de sulfate de cadmium.

	Trouvé.	Calculé pour $CdSO^4$.
SO^3	38,49	38,54

» Le sulfate de cadmium cristallisé se présente en prismes orthorhombiques aplatis parallèlement à p. Les dimensions des cristaux atteignent environ 2^{mm}. Ils offrent les faces p (dominante), m, e^1 et quelquefois a^m (très réduite). Ils sont ordinairement réunis en macle, formé de deux individus qui se pénètrent et dont l'un a tourné de 90° par rapport à l'autre autour de la normale de p. Les mesures goniométriques ont donné $m : m = 90°2'$ et $e^1 e^1 = 109°8'$. Les paramètres sont $1,001 : 1 : 1,406$. Il y a donc isomorphisme dans la zone du prisme avec l'anhydrite. L'extinction se fait suivant les diagonales de la face p. Le plan des axes optiques est parallèle à h^1.

» Le sulfate de zinc cristallisé est en Tables rectangulaires appartenant

au système orthorhombique. Les dimensions des cristaux atteignent environ 1mm. Ils possèdent des faces p (dominante), e^1 et a^1. J'ai pu mesurer au goniomètre approximativement $e^1 e^1 = 109° 27'$ et $a^1 a^1 = 115° 28'$. Il y a donc isomorphisme dans la zone $e^1 e^1$ avec le sulfate de cadmium. D'après Breithaupt, la zinconite naturelle est orthorhombique et homéomorphe avec la barytine. Dans les cristaux artificiels, l'extinction se produit suivant les arêtes de la face p. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1. »

MINÉRALOGIE. — *Des figures de corrosion naturelle des cristaux de barytine du Puy-de-Dôme.* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« M. G. Tschermak a, dans son *Manuel de Mineralogie,* donné un exemple de figures de corrosion artificiellement produites sur un cristal de barytine (solide de clivage ou forme primitive?), montrant que les figures des bases présentent deux axes de symétrie respectivement parallèles aux diagonales des rhombes, et que celles des faces du prisme sont simplement monosymétriques, l'axe unique de symétrie étant, pour chaque face, parallèle aux arêtes correspondantes des bases; mais il n'a pas fait mention de figures de corrosion naturelle sur les cristaux appartenant à cette espèce minérale. J'ai donc pensé qu'il y avait quelque intérêt à indiquer les résultats de recherches que j'ai faites à cet égard sur les cristaux si remarquables de barytine que renferment les arkoses et les gisements plombifères du département du Puy-de-Dôme.

» J'ai examiné un assez grand nombre de cristaux provenant des localités suivantes : le puy de Châteix, près de Royat; Saint-Saturnin, près de Saint-Amand-Tallende; les eaux du tambour, au pied et à l'est du puy de Corent, sur la rive gauche de l'Allier; les environs de Coudes, à 2km à peu près en amont de cette localité, au voisinage même de la route de Clermont-Ferrand à Issoire; les environs de Champeix; Four-la-Brouque, près de Buron; Rochepradière, près de Châtelguyon; enfin, la mine de Roure, près de Pontgibaud. Je dois dire que ce n'est guère que sur les cristaux provenant de Four-la-Brouque que j'ai pu observer des figures de corrosion nettes, et encore n'est-ce que sur un nombre assez restreint de ces cristaux.

» Les cristaux de barytine les plus répandus dans les collections, ceux

que l'on connaît généralement sous le nom de *barytine d'Auvergne*, proviennent surtout de Saint-Saturnin, Champeix et Four-la-Brouque. Les premiers sont principalement remarquables par les dimensions exceptionnelles qu'ils atteignent; leur poids s'élève jusqu'à 6^{kg}, et leurs dimensions, qui en font une des monstruosités du règne minéral, ne nuisent en rien, à l'encontre de ce qui arrive d'ordinaire, à la perfection de leurs formes, à la netteté de leurs faces, à leur transparence ou, tout au moins, à leur translucidité. Ils présentent les formes $p(0\,0\,1)$, $a^2(0\,1\,2)$ et $e^1(1\,0\,1)$, auxquelles se joint parfois aussi $m(1\,1\,0)$. Ils sont d'un beau jaune plus ou moins foncé. Ceux de Champeix, à couleur brune et comme légèrement enfumée, auxquels on pourrait assimiler les cristaux du puy de Châteix, offrent la combinaison de formes dominante $m(1\,1\,0)\,p(0\,0\,1)$ avec une série de facettes a^n, n étant égal à 1, 2, 3 et 4, et avec les facettes $e^1(1\,0\,1)$ et $h^1(0\,1\,0)$. Ils ont, comme particularité curieuse (¹), les faces m et p fréquemment opaques et blanchâtres. Enfin, les cristaux de Four-la-Brouque affectent communément la forme d'octaèdres allongés, désignés sous le nom d'*octaèdres cunéiformes* par les anciens auteurs, combinaison de $a^2(0\,1\,2)$ et de $e^1(1\,0\,1)$, à peine modifiée par $p(0\,0\,1)$.

» C'est surtout sur les faces e^1 de quelques-uns de ces derniers cristaux que j'ai constaté l'existence de figures de corrosion. Les plus nettes de celles que j'ai examinées se présentent sous l'aspect de cavités grossièrement tétraédriques à arêtes courbes. La face de ces tétraèdres qui serait dans le plan de e^1 figure à peu près un triangle curviligne isoscèle, dont la base, plus ou moins cintrée, est parallèle à l'arête pe^1, et dont le sommet est dirigé vers l'arête e^1g^1. Ces figures sont symétriques par rapport à un plan normal à cette arête et, par suite, parallèle à l'arête a^2h^1. Les cavités sont de faibles dimensions; les plus grandes de celles que j'ai étudiées ne dépassent guère 2^{mm} de longueur. Parfois, plusieurs d'entre elles s'empilent, si l'on peut dire, sur le même axe, à la façon des octaèdres de magnétite dans certaines roches basaltiques ou de martite dans certains trachytes; et, vers son milieu, la cavité offre alors la section d'un prisme à base triangulaire. Elles sont d'ordinaire disséminées çà et là, sans ordre apparent, sur les faces e^1, qui sont alors comme chagrinées; les arêtes sont également corrodées. Il faut sans doute aussi rapporter à des phénomènes de même nature les arrondissements qu'on remarque sur les angles solides formés par les quatre faces e^1 et a^2, par suite de dépôts ultérieurs sur les

(¹) Signalée déjà par Haüy sur les cristaux des environs de Coudes.

faces m, et qui recouvrent plus ou moins complètement ces dernières, ainsi que les facettes $b^{\frac{1}{2}}$(111).

» J'ai également observé, quoique plus rarement, des figures de corrosion sur les faces a^2. Toujours sous forme de cavités tétraédriques, elles se distinguent néanmoins des premières par leur position, qui est, pour ainsi dire, inverse des précédentes. En effet, le triangle situé dans le plan de la face a^2 a son sommet dirigé vers la base p du cristal, et sa base parallèle à l'arête $a^2 h^1$; de là un moyen de distinguer à simple vue les faces e^1 et a^2, que le peu de différence entre les valeurs de leurs dièdres (environ 3°) pourrait faire confondre, lorsqu'il s'agit d'octaèdres cunéiformes ou, mieux encore, de cette forme raccourcie. Ces triangles sont isoscèles et allongés, de telle sorte que la hauteur est au moins trois fois la base ; quelques-uns toutefois paraissent à peu près équilatéraux. Les figures de corrosion des faces a^2, moins profondément creusées que celles des faces e^1, et dont le plan du fond est à peu près parallèle aux faces a^2, sont souvent juxtaposées en grand nombre, et même chevauchent l'une sur l'autre, à la manière de celles que j'ai observées et signalées précédemment sur les rhomboèdres e^1 de la calcite des carrières de Couzon (Rhône). La forme de ces figures ne semble donc pas exclusive à la barytine ; mais, quoi qu'il en soit, elles sont bien en relation avec la symétrie propre au système terbinaire, auquel la barytine appartient.

» En dehors de ces corrosions, pour ainsi dire normales, j'en ai observé, toujours sur les faces e^1 des octaèdres cunéiformes de Four-la-Brouque, de beaucoup plus nettes que les précédentes, et qui offrent deux axes de symétrie, le premier, déjà indiqué, perpendiculaire à l'arête $e^1 g^1$, le second parallèle à cette arête. Les figures sont ici des cavités octaédriques analogues à celles que produit l'acide sulfurique sur la calcite ; la base de ces cavités, dans le plan de e^1, est un carré ou un rectangle à côtés légèrement courbes ; les faces des pyramides sont éclatantes, et ces creux ont l'aspect d'une pointe de diamant qui, au premier abord, rend l'observateur incertain si la figure est en relief ou si elle est le résultat d'une corrosion. Je me borne, au reste, à signaler cette exception, qui n'est sans doute qu'apparente, à la loi de symétrie.

» J'ai également trouvé, sur les faces a^2 de petits cristaux des environs de Coudes, les remarquables figures en forme de pyramides à base hexagonale allongée, signalées par M. Tschermak sur les faces rhombiques d'un cristal de barytine ; mais, comme ce savant adopte pour la forme primitive

de ce minéral le prisme de 116° 21′ formé par les faces a^1, et que les faces a^1 et a^2 se coupent sous un angle de près de 161°, on comprend qu'il est difficile, sur d'aussi petites figures, d'apprécier avec exactitude si la hauteur de la pyramide passe bien en effet au centre de l'hexagone de base, et si, par conséquent, les figures en question ont bien réellement deux axes de symétrie. Si cependant la dyssymétrie a lieu en effet, il est fort probable que, de même que pour le cas précédent, c'est à des macles qu'elle est due. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la manière dont se produisent les mouvements barométriques correspondant aux déplacements de la Lune en déclinaison.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Janssen. (Extrait.)

« Pour me rendre compte du mode de production de ce phénomène, j'ai dû me borner à comparer les hauteurs barométriques des jours successifs à midi 13^m sur l'hémisphère boréal. L'heure des observations de chaque jour est ainsi placée à cinquante minutes avant le passage de la Lune au même méridien que la veille. Cette comparaison donne une idée approchée de la rapidité des mouvements barométriques au passage de l'astre; elle pourrait peut-être même servir à une étude grossière de la marée elle-même. Je n'ai voulu apprécier que ses effets d'un jour à l'autre. Dans chacune des quatre situations intermédiaires entre les lunistices et l'équateur, j'ai choisi un jour aussi éloigné que possible des effets des autres révolutions lunaires. Sur chacune des quatre Cartes du *Signal Office* ainsi choisies, j'ai rapporté les différences barométriques entre la veille et le jour. Voici les principaux faits que j'ai pu constater :

» Au point actuel du passage de la Lune, il s'est produit, de la veille au jour, un abaissement barométrique; en arrière de ce point, s'étend une vaste surface d'abaissement.

» A l'antipode de la Lune, on voit au contraire une grande surface d'exhaussement, commençant vers le point de passage de cet antipode.

» La forme des surfaces, déprimées ou exhaussées, engendrées par le mouvement diurne de la Lune, est différente suivant que l'astre se rapproche ou s'éloigne de l'équateur. Cette différence tient évidemment au sens de la variation de la longueur des parallèles sur lesquels l'action s'exerce.

» Prenons l'antipode dans la marche du lunistice austral à l'équilune.

La masse surhaussée est grossièrement piriforme et embrasse cet antipode dans sa pointe. Son axe fait, du côté du nord, un angle d'environ 45° avec la trace du plan de l'orbite. Elle occupe une quarantaine de degrés en longitude et sa partie renflée va, en latitude, du 20ᵉ au 55ᵉ degré. Le surhaussement est d'environ $2^{mm},5$ à l'antipode et de 5^{mm} vers l'autre extrémité de l'axe. Tout autour de cette masse, des abaissements barométriques.

» En un jour, cette situation par rapport à celle de la veille se reproduit successivement sur tous les points de la spire, avec accroissement continu de l'angle de l'axe sur le parallèle.

» Malgré les alternatives qui se manifestent sur chaque méridien, cette rotation amène l'augmentation constante de la pression moyenne sur les parallèles de 30° et 40° aux dépens de l'air appelé des latitudes inférieures et supérieures.

» Dans la marche du lunistice boréal à l'équateur, même forme et situation de la surface déprimée dont la pointe renferme le point de passage de la Lune. Résultat inverse pour le mouvement barométrique moyen à 30° et à 10°.

» Lorsque la Lune s'éloigne de l'équateur, la surface déprimée ou exhaussée s'étend sur 80° à 90° de longitude en une traînée dirigée vers l'est ou l'est-sud-est. Refoulement ou appel de l'air au nord de cette traînée; d'où diminution de la pression à 10° et augmentation à 30° ou inversement, suivant que l'astre va de l'équateur au lunistice boréal ou au lunistice austral.

» Ces effets ne sont nets que quand la déclinaison positive ou négative de la Lune a atteint environ 10°. Vers l'équateur, ceux qui sont produits sous la Lune et à son antipode se contrebalancent.

» Il faut aussi tenir compte du changement de forme et de direction des surfaces considérées au passage aux lunistices.

» Ces faits jettent du jour sur la manière dont s'opèrent les mouvements barométriques que j'ai décrits dans la Communication sus-rappelée. Ils font aussi supposer que la marée atmosphérique influe sur le déplacement des points de rupture de la ceinture des calmes. »

M. **Caraven-Cachin** présente, par l'entremise de M. Hébert, une Note sur la grotte de Boset, dans le Tarn.

Jusqu'à présent, cette grotte n'avait pas été fouillée. M. Caraven-Ca-

chin y a découvert, au-dessous d'une couche néolithique, une couche qui renferme de nombreux silex taillés dans le type de ceux du Moustier, une dent humaine, un os travaillé et des ossements de Rennes, d'*Ursus spelœus*, *Canis vulpes*, *Bos taurus*, *Equus* et *Sus*.

Il a été aidé par M. Louis Lartet pour la détermination de ces fossiles.

M. Couette demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire intitulé « Oscillations tournantes d'un solide de révolution dans un liquide visqueux », Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Séance du 23 juillet 1888.)

Note de M. *Th. Moureaux*, Sur les déterminations magnétiques dans le bassin occidental de la Méditerranée :

Page 230, Italie, intervertir les mots *Rome* et *Naples*.

(Séance du 30 juillet 1888.)

Note de MM. *Bichat* et *Güntz*, Sur la production de l'ozone par les décharges électriques :

Page 336, ligne 1, *au lieu de* est applicable, *lisez* n'est pas applicable.